

Olivier MORELLET

CHOIX DES LIEUX DE RÉSIDENCE ET DE TRAVAIL ET COMPORTEMENT DE TRANSPORT DANS LE MODÈLE M.A.T.I.S.S.E.

Analyse rétrospective
sur longue période
dans le cas d'un pays tel que la France

Janvier 2013

L'auteur :

Olivier Morellet, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées au Laboratoire Ville
Mobilité Transport

e-mail : olivier.morellet@ifsttar.fr

Table des matières

Synthèse	9
Introduction	13
Chapitre 1 : Aperçu d'ensemble de la représentation des phénomènes.....	15
I.1 Ménages et individus	15
I.2 Voyages réalisés et équipement automobile.....	17
I.3 Lieux de résidence des ménages sous la contrainte exercée par le marché foncier et conséquences sur la localisation des activités	19
I.4 Variation de la situation d'offre de transport.....	21
I.5 Variation du contexte socio-économique	22
I.6 Variation de l'horizon temporel	22
Chapitre 2 : Détail de la représentation des phénomènes	25
II.1 Territoire	25
II.2 Segmentation de la population des ménages.....	25
II.2.1 Caractéristiques d'un ménage-type et des individus-type qui le composent.....	26
II.2.1.1 Individus composant le ménage	26
II.2.1.2 Revenu du ménage	27
II.2.1.3 Lieu de résidence principale et immobilisation financière par parking permanent	27
II.2.1.4 Lieux de séjour pour motif d'études et de travail éventuels et voyages potentiels correspondants	29
II.2.1.5 Lieux de séjour pour autres motifs et voyages potentiels correspondants	32
II.2.1.6 Mobilité potentielle des individus	34
II.2.1.7 Construction pratique des segments	35

II.3 Modalités de réalisation des voyages potentiels des individus dans une situation d'offre réelle	37
II.3.1 Détermination de la modalité de réalisation de coût minimal pour un voyage.....	37
II.3.1.1 Description de l'offre d'hébergement hors résidence principale, de stationnement automobile et de transport proprement dit.....	37
II.3.1.2 Coût généralisé minimal toutes modalités pour le voyage.....	38
II.3.2 Situation d'offre minimale acceptable pour le voyage	39
II.3.3 Situation d'offre standard	41
II.3.4 Modalité de réalisation et pourcentage de réalisation du voyage	41
II.3.5 Mobilité réelle des individus	43
II.4 Satisfaction en matière de transport et équipement automobile des ménages.....	43
II.4.1 Détermination de la satisfaction des individus	44
II.4.2 Détermination de la satisfaction des ménages	45
II.4.2.1 Description de l'offre de parkings permanents et d'équipement automobile	45
II.4.2.2 Satisfaction des ménages	47
II.4.3 Choix de l'équipement automobile.....	48
II.5 Répartition des ménages selon les zones de résidence et de travail ou d'études	50
II.5.1 Nombre de ménages dans chaque région selon la tranche de revenu, la composition et la zone de résidence privilégiée	52
II.5.2 Répartition des ménages selon les segments sans contrainte du marché foncier.....	55
II.5.3 Répartition des ménages selon les segments sous contrainte du marché foncier.....	58
II.5.3.1 Première attribution des ménages aux zones fines de résidence avec localisation provisoire des emplois et des établissements d'études	60
II.5.3.2 Nouvelle attribution des ménages aux zones fines de résidence avec localisation modifiée des emplois et des établissements d'études	70
II.5.3.3 Modification exogène de la localisation des emplois et des établissements d'études et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail ou d'études.....	74

Chapitre 3 : Résultats d'application à un pays tel que la France	77
III.1 Hypothèses faites sur le contexte socio-économique et l'offre de transport	79
III.1.1 Contexte socio-économique.....	79
III.1.2 Offre de transport.....	86
III.2 Résultats de localisation des résidences et des activités	93
III.2.1 Hypothèses faites sur le fonctionnement du marché foncier	93
III.2.2 Cas de la région capitale	100
III.2.2.1 Confrontation de la capacité et de la demande en logements.....	100
III.2.2.2 Modification endogène de la localisation des emplois et des établissements d'études	115
III.2.2.3 Modification exogène de la localisation des emplois et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail	118
III.2.2.3.1 Année 1990	118
III.2.2.3.2 Période 1975-2002	119
III.2.2.3.3 Période 2002-2007	123
III.2.2.4 Résultats de localisation des résidences	130
III.2.3 Cas des régions représentatives du reste du pays.....	146
III.2.3.1 Modification exogène de la localisation des emplois et des établissements d'études et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail ou d'études	146
III.2.3.2 Résultats de localisation des résidences	156
III.3 Résultats d'équipement automobile et de mobilité à courte et longue distance	166
III.3.1 Parc automobile et mobilité toutes distances confondues.....	166
III.3.2 Équipement automobile	174
III.3.2.1 Cas de la région capitale	174
III.3.2.2 Cas de l'ensemble du pays	175
III.3.3 Mobilité à courte et longue distance en jour moyen annuel.....	179
III.3.4 Mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen	181
III.3.4.1 Cas de la région capitale	181
III.3.4.1.1 Période 1975-2002	181
III.3.4.1.2 Période 2002-2007	183
III.3.4.2 Cas de l'ensemble du pays.....	191

Chapitre 4 : Retour sur le rôle de l'accessibilité en transport dans le choix des lieux de résidence et de travail..... 199

IV.1 Cas d'école d'une diminution des vitesses au départ ou à destination de la grande banlieue dans la région capitale.....	200
IV.1.1 Application du modèle dans sa version du 14/11/2012, dite « de rôle de l'accessibilité faible »	202
IV.1.1.1 Lieux de résidence.....	202
IV.1.1.2 Lieux de travail et mobilité	202
IV.1.1.2.1 Résultats sans contrainte du marché foncier	202
IV.1.1.2.2 Résultats sous contrainte du marché foncier.....	203
IV.1.2 Application du modèle dans une version alternative, dite « de rôle de l'accessibilité fort »	208
IV.1.2.1 Lieux de résidence.....	209
IV.1.2.2 Lieux de travail et mobilité	209
IV.1.2.2.1 Résultats sans contrainte du marché foncier	209
IV.1.2.2.2 Résultats sous contrainte du marché foncier.....	210
IV.1.3 Bilan de la comparaison des résultats pour les rôles de l'accessibilité faible et fort	214
IV.2 Résultats d'application de la version de rôle de l'accessibilité fort à la région capitale.....	214
IV.2.1 Hypothèses sur le contexte socio-économique et l'offre de transport	214
IV.2.2 Résultats de localisation des résidences et des activités.....	215
IV.2.2.1 Demande en logements pour les différentes zones.....	215
IV.2.2.2 Modification exogène de la localisation des emplois et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail	218
IV.2.2.2.1 Période 1975-2002.....	218
IV.2.2.2.2 Période 2002-2007.....	219
IV.2.2.3 Résultats de localisation des résidences	226
IV.2.3 Résultats d'équipement automobile et de mobilité à courte distance.....	231
IV.2.3.1 Équipement automobile.....	231
IV.2.3.2 Mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen.....	232
IV.2.3.2.1 Période 1975-2002.....	232
IV.2.3.2.2 Période 2002-2007.....	232
IV.3 Difficulté de quantifier le rôle joué par l'accessibilité en transport	236

Conclusion.....	239
Annexe : Résultats de la version de rôle de l'accessibilité fort avec modification exogène invariante.....	243
A.1 Période 1975-2002.....	243
A.2 Période 2002-2007.....	243
Principales publications relatives à M.A.T.I.S.S.E.	247

Synthèse

M.A.T.I.S.S.E. est un modèle de comportement des ménages, destiné à l'analyse rétrospective ou prospective de l'évolution du choix des lieux de résidence et de travail, de l'équipement automobile et de la mobilité à courte et longue distance, en rapport avec celle du contexte socio-économique et de l'offre de transport. La représentation des mécanismes de choix des lieux de résidence et de travail reste cependant assez sommaire ; en particulier, il n'y a pas de processus explicite de formation des prix fonciers et le phénomène de localisation des activités n'est que très partiellement traité. M.A.T.I.S.S.E. n'est donc pas un modèle d'usage du sol à proprement parler, mais plutôt un modèle reproduisant les phénomènes d'étalement urbain dont la prospective doit accompagner celle de l'équipement automobile et de la mobilité.

Les phénomènes considérés peuvent être représentés sur une période de plusieurs dizaines d'années, avec évolution simultanée du contexte socio-économique et de la situation d'offre de transport.

Les ménages considérés sont ceux qui résident dans une certaine région du monde. On distingue parmi ces ménages différents types caractérisés par le nombre et la catégorie des individus qui les composent, l'ensemble des revenus de ces individus, leur lieu de résidence principale, les lieux d'études ou de travail éventuels pour les individus, le nombre et les lieux des séjours pour les mêmes individus pour d'autres motifs que les études ou le travail fixe.

L'effectif et la structure de la population de l'ensemble des ménages selon ces caractéristiques dépend du contexte socio-économique et de l'offre de transport considérés.

Le contexte socio-économique conditionne évidemment l'effectif et la structure de des ménages, en particulier pour ce qui est de leur composition et de leur revenu.

Par ailleurs, le contexte socio-économique et l'offre de transport déterminent les choix faits par les ménages en matière de lieu de résidence, de lieu d'études ou de travail et de lieux de séjour autres. A cet égard, les phénomènes sont représentés de façon assez sommaire en faisant varier la distribution statistique de la population de l'ensemble des ménages et des individus du point de vue des caractéristiques concernées, sans identifier explicitement les changements affectant chaque ménage particulier.

La variation de la distribution statistique est fonction à la fois du fait que certaines zones de résidence sont privilégiées plus que d'autres par les ménages pour l'attrait qu'elles présentent indépendamment des prix fonciers ou du niveau de service en matière de transport, et par le fait que les zones de résidence sont plus ou moins accessibles en ce qui concerne le transport.

La variation de la distribution statistique dépend également de la contrainte imposée par les limites de capacité en logements des zones, selon un processus qui représente sommairement le fonctionnement du marché foncier en supposant que les ménages de revenu le plus élevé sont prioritaires pour occuper la zone qui leur convient le mieux.

La variation de la distribution statistique est aussi liée à celle de la localisation des activités, et notamment à celle des emplois qui est elle-même en partie fonction de la localisation de la population des actifs.

Enfin, l'offre de transport a un effet sur le comportement des ménages en matière d'équipement automobile et de mobilité. A la différence de l'approche statistique retenue pour les caractéristiques de lieux de résidence et de lieux de séjour, le modèle représente de façon explicite et assez fine les choix faits par chaque ménage ou individu en matière d'équipement automobile et de comportement de déplacement à lieux de séjour donnés.

Concernant la mobilité, sont considérés a priori tous les voyages qui sont susceptibles d'être réalisés dans l'année considérée vers un des lieux de séjour. Mais il s'agit bien de voyages potentiels qui ne sont pas nécessairement réalisés si la situation d'offre ne s'y prête pas. Plus les prix d'achat des véhicules automobiles ou les prix de l'hébergement hors résidence principale ou du stationnement automobile (resp. le niveau de service des dessertes de transport) seront bas (resp. élevé), plus nombreux sont les voyages potentiels réalisés par les individus d'un ménage. Dans le même temps, l'équipement du ménage en voiture(s) particulière(s) peut être modifié et les moyens de transport et autres caractéristiques des voyages réalisés peuvent changer.

Au total, les résultats obtenus pour la région sont le fruit de la prise en compte des variations d'effectif et de structure de la population des ménages pour ce qui est de la composition et du revenu, conjuguée à la représentation statistique des choix faits quant aux lieux de résidence, d'études, de travail ou de séjour pour autre motif, ainsi qu'à la détermination du comportement de chaque ménage en matière de transport.

Le document donne une idée de ce à quoi conduit numériquement la représentation des phénomènes en présentant les résultats de l'application du modèle à un territoire présentant une grande similitude avec la France continentale dans les contextes socio-économiques et les situations d'offre de transport français réels pour les horizons 1975, 1990, 2002 et 2007. On distingue au sein du territoire quatre régions dont l'une ressemble beaucoup à l'Ile-de-France et l'ensemble pondéré des trois autres au reste de la France. Quand cela est possible, les résultats obtenus sont comparés aux données d'observation pour ces deux ensembles de régions.

En conclusion, une place particulière est réservée à la difficulté qu'il y a à quantifier le rôle joué par l'accessibilité en transport dans le processus de choix des lieux de résidence et des lieux de travail par les ménages dans une grande agglomération, en raison de la corrélation de l'accessibilité et d'autres facteurs d'attrait des zones d'une part et de la saturation de la capacité des zones les plus recherchées en matière de logement d'autre part.

Introduction

Le présent document fait suite au rapport Inrets n° 273 publié en février 2007 sous le titre « Les ménages et le transport dans le modèle M.A.T.I.S.S.E. : Analyse rétrospective et prospective de l'équipement automobile et de la mobilité dans un pays tel que la France ».

M.A.T.I.S.S.E. est un modèle de comportement des ménages, destiné à l'analyse rétrospective ou prospective de l'évolution du choix des lieux de résidence et de travail, de l'équipement automobile et de la mobilité, en rapport avec celle du contexte socio-économique et de l'offre de transport. La représentation des mécanismes de choix des lieux de résidence et de travail reste cependant assez sommaire ; en particulier, il n'y a pas de processus explicite de formation des prix fonciers et le phénomène de localisation des activités n'est que très partiellement traité. M.A.T.I.S.S.E. n'est donc pas un modèle d'usage du sol à proprement parler, mais plutôt un modèle reproduisant les phénomènes d'étalement urbain dont la prospective doit accompagner celle de la l'équipement automobile et de la mobilité.

Nous décrivons dans ce document la version du modèle datée du 14/11/2012. Cette version complète et améliore sur certains points celle du 25/03/2006, objet du rapport de 2007.

Concernant l'équipement automobile et la mobilité, la version de 2006 permettait de représenter de façon cohérente le choix des voyageurs d'effectuer ou non un voyage donné – et, si oui, selon quelle modalité – et le choix des ménages d'acquérir une ou plusieurs voitures particulières ; et ce sur une période de plusieurs dizaines d'années, avec évolution simultanée du contexte socio-économique et de la situation d'offre de transport. A cet égard, la version de 2012 ne diffère pas fondamentalement de celle de 2006. Mais, alors que l'analyse rétrospective du rapport n° 273 se limitait aux résultats d'application du modèle pour les années 1975 et 2002, l'analyse présentée ici porte sur les années 1975, 1990, 2002 et 2007, étendant ainsi le champ de confrontation des résultats du modèle et des données d'observation disponibles. Par ailleurs, l'application du modèle se fait en distinguant, outre la région Ile-de-France, trois types de régions au sein du reste de la France qui était considéré comme un tout dans la version de 2006.

Concernant les choix de lieux de résidence et de travail par les ménages, la version de 2006 prenait en compte la contrainte du marché foncier en simulant de façon sommaire les possibilités que les ménages de chaque tranche de revenu ont de trouver un logement dans les zones compte tenu des capacités de ces zones et de la demande de logement des autres ménages. La capacité était considérée comme invariante dans le temps pour chacune des zones concernées ; la version de 2012 introduit une notion de capacité qui évolue au fil des années en fonction de la demande de logement dans la zone. Par ailleurs, dans la version de 2006, un ménage qui ne trouvait pas à se loger dans une zone saturée était supposé reporter sa recherche de logement dans une zone voisine géographiquement de la première ; la version de 2012 permet une représentation plus complexe des souhaits alternatifs de localisation de la résidence pour les ménages.

Enfin, concernant les lieux de travail des actifs, on a appliqué le modèle en tenant compte de façon exogène des phénomènes d'évolution de la localisation des emplois que la seule connaissance du comportement des ménages ne permet pas reproduire ; cela n'avait pas été fait complètement pour le rapport de février 2007.

Le document comprend quatre chapitres. Le premier donne un aperçu d'ensemble de la façon dont le modèle représente les phénomènes, sans entrer dans le détail. Le deuxième chapitre reprend la description du premier chapitre en apportant plus de précisions, notamment quant aux diverses modifications et nouveautés par rapport à la version de 2006. Le troisième chapitre donne une idée de ce que peut apporter l'application du modèle pour l'analyse rétrospective de la mobilité sur une trentaine d'années dans le cas d'un pays tel que la France. Le quatrième chapitre, enfin, revient sur l'analyse rétrospective 1975-2007 en soulignant la difficulté qu'il y a à quantifier le rôle joué par l'accessibilité en transport dans le processus de choix des lieux de résidence et de travail par les ménages.

Chapitre 1

Aperçu d'ensemble de la représentation des phénomènes

Le lecteur trouvera dans ce chapitre un aperçu d'ensemble de la représentation que le modèle donne des phénomènes. Les différents concepts sont présentés, sans entrer dans le détail ou dans des commentaires très développés. De plus amples détails et commentaires feront l'objet du chapitre 2.

I.1 Ménages et individus

On représente le comportement de mobilité des ménages qui résident dans une certaine région du monde, la mobilité regroupant tous les déplacements effectués au sein ou en dehors de la région.

On ne considère évidemment pas exhaustivement tous les ménages concernés. On effectue une partition de la population des ménages en plusieurs milliers de segments de ménages.

Chaque segment rassemble tous les ménages que l'on peut considérer comme similaires pour ce qui est des caractéristiques prises en compte dans le modèle. Par analogie, chaque segment est décrit par les caractéristiques de l'un des ménages qui le composent, sachant que – par définition – les autres ménages du segment ont des caractéristiques de valeurs peu différentes. Le ménage retenu est dit ménage-type pour le segment considéré.

Parmi les individus composant chaque ménage-type, on distingue les catégories ci-après :

- les individus de moins de 6 ans,
- les individus de plus de 6 ans et de moins de 18 ans,
- les individus de plus de 18 ans et de moins de 65 ans, poursuivant des études,
- les individus de plus de 18 ans et de moins de 65 ans, occupant un emploi,
- les individus de plus de 18 ans et de moins de 65 ans, ne poursuivant pas d'études et n'occupant pas d'emploi,
- les individus de plus de 65 ans.

Chaque individu ainsi considéré est dit individu-type et représente tous les individus des ménages du segment qui présentent les mêmes caractéristiques que lui, à savoir la catégorie dont il relève et son numéro d'ordre conventionnel au sein du ménage permettant de le repérer dans le cas où le ménage comprend plusieurs individus de même catégorie.

Au total, un ménage-type est caractérisé par :

- le nombre et les catégories des individus qui le composent,
- l'ensemble des revenus de ces individus,
- le lieu de résidence principale,
- les lieux d'études ou de travail éventuels pour les individus du ménage,
- le nombre et les lieux des séjours (au sens défini plus loin) pour les mêmes individus, pour d'autres motifs que les études ou le travail.

La définition des segments de ménages est faite une fois pour toutes, quels que soient l'horizon, le contexte socio-économique¹ et la situation d'offre de transport auxquels est appliqué le modèle.

Considérons en revanche un ménage bien particulier qui suit un certain parcours au fil des ans, dans des contextes socio-économiques et des situations d'offre de transport qui évoluent d'une certaine façon. Aucune des caractéristiques de ce ménage ne peut être considérée comme invariante. Si un des individus qui le compose change de catégorie au sens défini ci-dessus, ou si un des individus décède ou quitte le ménage, ou si au contraire un individu s'ajoute aux membres déjà existants du ménage, ce dernier disparaît avec concomitance éventuelle de l'apparition d'un ou de plusieurs autres ménages de composition différente. Mais, même si la composition du ménage reste inchangée, le revenu de celui-ci peut changer de tranche. En outre, le ménage peut changer de lieu de résidence ou les lieux de séjour de ses membres peuvent être modifiés, et en particulier les lieux de travail et d'études.

Selon l'horizon, le contexte socio-économique ou l'offre de transport, un ménage particulier ne relève donc pas toujours du même segment et le nombre de ménages de chaque segment est différent.

¹ Nous distinguerons deux concepts pour définir l'environnement dans lequel sont supposés se dérouler les phénomènes de transport et de localisation des résidences et des activités : le contexte socio-économique, caractérisé notamment par le nombre et la structure démographique des individus, leur façon de se regrouper en ménages et le revenu de ces ménages, qui - dans la réalité - ne se produit dans la région qu'à un certain moment dans l'échelle du temps historique, mais que l'on peut supposer s'appliquer à des moments différents dans des scénarios prospectifs ou dans des exercices d'école portant sur le passé ; et l'horizon temporel qui désigne le moment du temps historique lui-même, pour lequel peuvent se produire différents contextes socio-économiques, mais qui correspond à un et un seul stade dans la succession des générations des individus.

I.2 Voyages réalisés et équipement automobile

Considérons maintenant un certain ménage-type, représentatif d'un certain segment.

Le modèle représente les voyages qui sont susceptibles d'être réalisés dans l'année considérée par les individus-type composant le ménage-type, si l'horizon temporel, le contexte socio-économique et la situation d'offre s'y prêtent.

Par voyage, nous entendons tout ce que l'individu effectue pour exercer une ou plusieurs activités (y compris le loisir) dans un ou plusieurs lieux précis, avec un ou plusieurs séjours passés dans chaque lieu.

Le modèle établit un lien explicite entre les voyages réalisés et certaines caractéristiques de valeur des parkings permanents et de l'équipement automobile, des prix des titres forfaitaires ou d'abonnement aux transports collectifs, de l'hébergement hors résidence principale et du stationnement automobile, ainsi que de prix et de niveau de service des dessertes de transport, que nous désignerons de façon synthétique par les termes de situation d'offre de transport.

À chaque individu-type, on attribue non pas les voyages que serait susceptible d'effectuer l'individu particulier retenu comme individu-type, mais un ensemble de voyages potentiels censé représenter tous ceux que sont susceptibles d'effectuer les différents individus que représente l'individu-type. En conséquence, pour un voyage potentiel donné, le modèle prévoit non pas la réalisation ou non du voyage par l'individu-type, mais ce que nous appelons le pourcentage de réalisation du voyage et qui équivaut à la proportion, au sein des individus représentés par l'individu-type, de ceux qui réalisent effectivement le voyage.

Idéalement, pour estimer le pourcentage de réalisation de chaque voyage, le modèle devrait tenir compte explicitement du fait que, pour un individu particulier, réaliser ou non un voyage potentiel donné n'est pas sans influence sur le choix de réaliser ou non un autre de ses voyages potentiels, compte tenu des contraintes financières et d'emploi du temps qui s'imposent à cet individu. Mais cela conduirait à un degré de complexité et à des temps de calcul très importants.

Aussi a-t-on recours au concept d'offre minimale acceptable qui permet de refléter forfaitairement le fait que la réalisation du voyage entre plus ou moins en concurrence avec celle d'autres voyages potentiels ou même d'autres types d'activités, eu égard aux contraintes financières et d'emploi du temps. Plus la valeur des parkings permanents ou de l'équipement automobile et plus les prix des titres forfaitaires ou d'abonnement aux transports collectifs, de l'hébergement hors résidence principale ou du stationnement automobile (resp. le niveau de service des dessertes de transport) seront élevés (resp. bas) et se rapprocheront du niveau d'offre minimale acceptable, plus le pourcentage de réalisation d'un voyage potentiel donné sera faible. Dans le même temps, les moyens de transport et autres caractéristiques des voyages réalisés pourront changer.

Pour chaque voyage potentiel, l'offre minimale acceptable et donc le pourcentage de réalisation du voyage dépendent de l'horizon temporel traité, indépendamment du contexte socio-économique considéré à cet horizon, car les arbitrages effectués à contraintes financières et d'emploi du temps données se modifient du fait de la succession des générations démographiques et de l'évolution des modes de vie des individus, ou parce que la contrainte d'emploi du temps se transforme notamment sous l'effet de la réduction du temps de travail.

Selon la situation d'offre de transport et en particulier les dessertes existant pour les différents voyages potentiels d'un ménage-type, on peut calculer un indicateur de la satisfaction que les individus-type retirent de leur mobilité et dont la valeur sera plus ou moins élevée, compte tenu des pourcentages de voyages qu'ils pourront effectivement réaliser et des coûts qu'ils supporteront pour cette réalisation.

Le concept de satisfaction sert également à déterminer l'équipement automobile de chaque ménage-type pour lequel il n'est pas formulé d'hypothèse a priori. Le choix de s'équiper et le nombre des voitures particulières concernées sont ceux qui permettent de maximiser la satisfaction du ménage-type compte tenu notamment du revenu de celui-ci, de la valeur des parkings permanents et des véhicules et de l'usage que les différents membres du ménage peuvent avoir de ces véhicules². L'équipement automobile des ménages dépend donc de la situation d'offre de transport.

Déterminés pour les seuls ménage-type et individus-type, l'équipement automobile, la mobilité et la satisfaction en matière de transport sont supposés valoir pour l'ensemble du segment.

² A ces facteurs s'ajoutait dans la version de 2006 un « degré d'attachement du ménage à la voiture particulière » qui, pour certains types de ménage, variait selon l'horizon temporel. La version présente ne nécessite pas de faire appel à un concept de cette nature et explique l'équipement automobile uniquement par le prix des parkings permanents, par le prix d'achat et d'entretien des voitures particulières et par l'usage que les individus du ménage peuvent faire des véhicules.

I.3 Lieux de résidence des ménages sous la contrainte exercée par le marché foncier et conséquences sur la localisation des activités

On a dit qu'en cas de variation de la situation d'offre, du contexte socio-économique ou de l'horizon temporel, il se pouvait qu'un ménage particulier change non seulement d'équipement automobile ou de comportement de déplacement, mais aussi de lieu de résidence. Il se pouvait en outre qu'un de ses membres choisisse un autre lieu d'études ou de travail ou voie se modifier l'univers de ses lieux de séjour pour autres motifs.

Idéalement, le modèle devrait représenter explicitement le choix du ménage entre toutes les combinaisons imaginables quant à ces différentes caractéristiques. Mais cela conduirait là encore à un degré de complexité et à des temps de calcul très importants.

Aussi la solution retenue ici est-elle d'appréhender les phénomènes d'un simple point de vue statistique et de chiffrer directement les modifications affectant la répartition des ménages particuliers selon les segments.

Pour ce faire, on suppose que chaque ménage particulier peut être qualifié par – outre les caractéristiques déjà citées – une zone de résidence privilégiée au sein de laquelle se trouve le lieu de résidence qu'il choisirait idéalement indépendamment de toute considération de transport, de moyens financiers ou de tout autre contrainte.

Soit alors l'ensemble des ménages particuliers qui se caractérisent par une certaine combinaison de composition, de revenu et de zone de résidence privilégiée, quels que soient leurs lieux de résidence, de travail, d'études ou de séjour pour autres motifs. Cet ensemble constitue ce que nous appelons une classe de ménages.

Le concept de classe diffère de celui de segment dans la mesure où :

- en ce qui concerne le lieu de résidence, la segmentation des ménages est faite non pas en fonction d'un critère de zone privilégiée, mais de la localisation effective du domicile ;
- le nombre de ménages d'une classe dépend certes de l'horizon temporel et du contexte socio-économique, ainsi qu'on le verra, mais reste invariant en cas de modification de l'offre de transport.

Mais on peut effectuer une correspondance entre les deux concepts : à chaque classe de composition et de revenu donnés correspondent les segments dont le ménage-type a la même composition et le même revenu.

On fait l'hypothèse que, dans chaque classe, les caractéristiques effectives de lieu de résidence, de lieu d'études ou de travail et de lieux de séjour autres d'un ménage particulier ont d'autant plus de chances d'être proches de celles d'un des segments correspondant à la classe que la satisfaction de ce segment en matière de transport sera élevée, comparativement à celle des autres segments correspondant à la classe.

Le nombre de ménages d'un segment est donc conditionné à la fois par le fait que le lieu de résidence du ménage-type représentatif du segment est situé dans la zone privilégiée par une classe rassemblant un plus ou moins grand nombre de ménages, et par le fait qu'il donne lieu à une satisfaction plus ou moins importante du point de vue du transport. Il convient donc, dans le modèle, de donner un poids relatif adéquat à chacun de ces aspects.

Mais l'estimation du nombre de ménages d'un segment tient également compte du fait que c'est la population complète des ménages – toutes classes confondues – qui se retrouve en concurrence pour l'occupation des logements au sein de la région. A cet égard, le modèle est fondé sur deux hypothèses.

- Dans chaque zone, une partie du parc immobilier est réservé aux ménages de bas revenu (logements sociaux ou logements de gardiens en ville, par exemple).
- Dans le parc immobilier restant, les ménages de revenu le plus élevé occupent en priorité un logement dans la zone qui a leur préférence. Puis, si tous les logements de la zone ayant leur préférence sont déjà occupés, les ménages de revenu plus faible se reportent sur des zones de caractéristiques aussi peu différentes que possibles, mais non idéales à leurs yeux.

Les nombres de ménages obtenus finalement pour les différents segments déterminent non seulement les résultats de localisation des résidences des ménages, mais aussi la structure géographique des lieux de travail puisque – comme les lieux de résidence – le(s) lieu(x) de travail éventuel(s) des ménages-type représentatifs des segments sont fixés par définition. Il en est de même pour la structure des lieux d'études ou de séjour pour autres motifs.

Malgré tout, cette première étape du processus ne suffit pas à représenter la dynamique de localisation des emplois, autant pour ce qui la relie à celle des résidences des ménages que pour ce qui est d'autres facteurs qui lui sont spécifiques. Dans une seconde étape, on ajoute donc, dans les fonctions qui déterminent la répartition des ménages d'une classe selon les segments, un terme qui tend à orienter dans un certain sens la distribution géographique des emplois en rapport avec celle des ménages.

Cette seconde étape fait partie intégrante de la formulation théorique du modèle. Pour certaines applications cependant, il subsiste encore à son issue un écart des résultats vis à vis de ce qui a été observé en matière de localisation des emplois, dans l'absolu et par rapport à la résidence des actifs qui les occupent. Il faut dans ce cas apporter une modification exogène appropriée à ce que prévoit la logique du modèle lui-même.

Au total donc, pour un ménage-type donné, les caractéristiques mentionnées en 1.1 restent inchangées, quel(le) que soit l'horizon temporel, le contexte socio-économique ou la situation d'offre ; mais, en cas de variation de l'un d'entre eux, le nombre des ménages du segment représenté par le ménage-type peut se trouver modifié, sous la seule contrainte – à contexte socio-économique donné – d'une conservation du nombre de ménages de la classe à laquelle correspond le segment. Il en résultera un changement de l'effectif et de la structure de la population de l'ensemble des ménages et des individus selon les caractéristiques de composition, de revenu, de lieu de résidence, de lieu d'études ou de travail et de lieux de séjour des autres voyages potentiels. Les conséquences de ce changement d'effectif et de structure se conjugueront avec les éventuelles modifications apportées à l'équipement automobile et à la mobilité de chaque ménage-type pour donner le résultat final de variation du parc automobile et du nombre et de la longueur des déplacements.

La figure 1 schématise les mécanismes mis en jeu. Les trois paragraphes suivants rappellent ce qui se passe quand seul(e) la situation d'offre de transport, le contexte socio-économique ou l'horizon temporel varie.

I.4 Variation de la situation d'offre de transport

En premier lieu, pour chaque segment – donc à composition du ménage, revenu, lieu de résidence, lieux d'études ou de travail et lieux de séjour des autres voyages potentiels donnés – la variation de toute caractéristique d'offre peut conduire à une modification

- de l'équipement automobile et du nombre de places de parking possédées ou louées par les ménages,
- du pourcentage de réalisation de chacun des voyages potentiels des différents membres des ménages,
- des moyens de transport et des autres caractéristiques des voyages réalisés par les différents membres des ménages.

Ces modifications donnent lieu à une certaine variation de la satisfaction du segment en matière de transport.

En second lieu, en raison des variations de satisfaction affectant les différents segments, il y a modification de la répartition de l'ensemble des ménages selon les différents segments, et donc modification des lieux de résidence des ménages, ainsi que des lieux d'études ou de travail et plus généralement des lieux de séjour des voyages des individus qui les composent.

I.5 Variation du contexte socio-économique

Dans ce cas, pour chaque segment, il n'y a de modification

- ni de l'équipement automobile et du nombre de places de parking possédées ou louées par les ménages,
- ni du pourcentage de réalisation de chacun des voyages potentiels des différents membres des ménages,
- ni des moyens de transport et des autres caractéristiques des voyages réalisés par les différents membres des ménages.

Il n'y a donc pas non plus de modification de la satisfaction du segment en matière de transport.

Mais, ainsi qu'on l'a vu, il y a modification du nombre des ménages dans le segment, de façon non corrélée au lieu de résidence qui caractérise le segment.

En conséquence, dans le fonctionnement du marché foncier, la modification de l'effectif et de la structure de la population des ménages selon la composition et le revenu fera que les priorités d'occupation des logements entre ménages ne joueront pas de la même façon. Il y aura donc également modification des lieux de résidence des ménages, ainsi que des lieux d'études ou de travail et plus généralement des lieux de séjour des voyages des individus qui les composent, et de la mobilité qui en découle.

I.6 Variation de l'horizon temporel

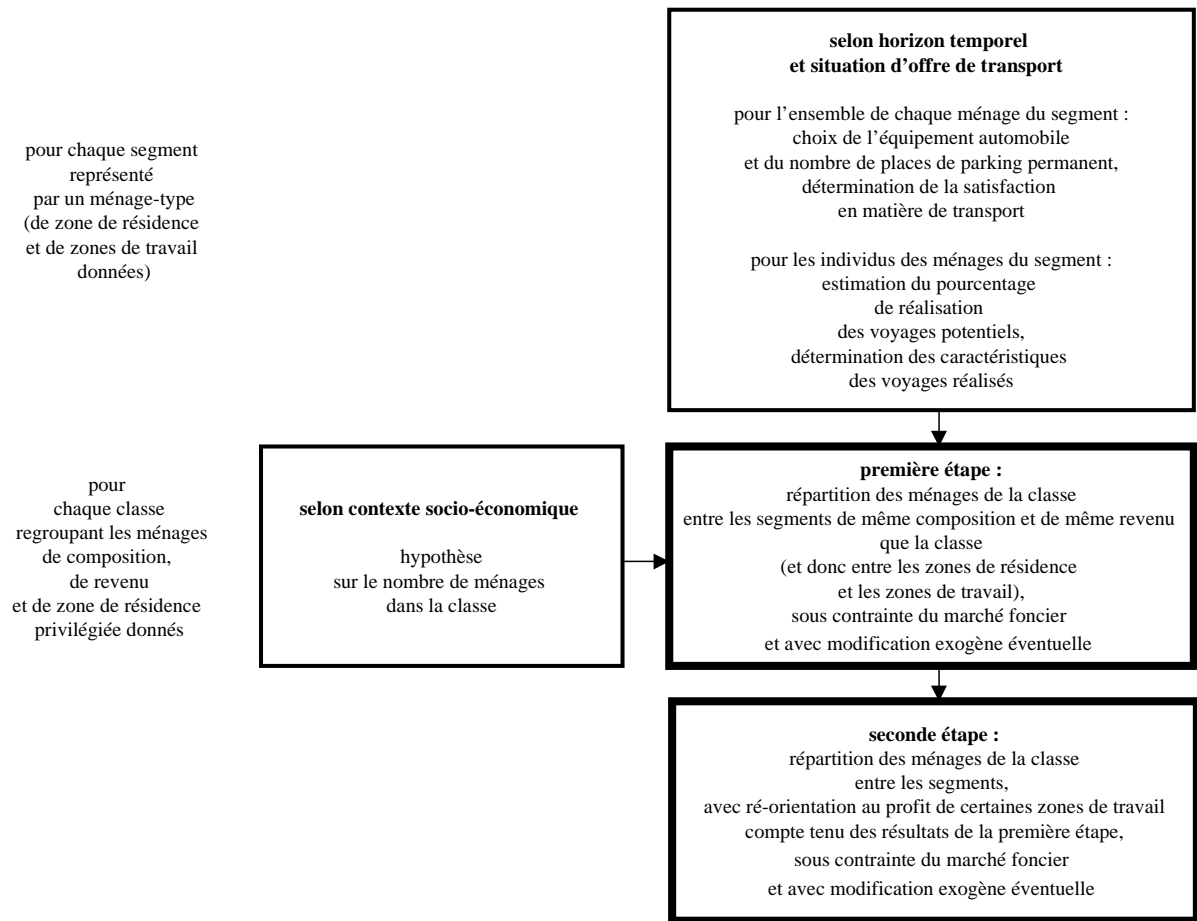
Pour chaque segment, il y a à nouveau modification

- du pourcentage de réalisation de chacun des voyages potentiels des différents membres des ménages,
- et, par suite, de l'équipement automobile et du nombre de places de parking possédées ou louées par les ménages,
- et donc des moyens de transport et des autres caractéristiques des voyages réalisés par les différents membres des ménages.

Il y a donc également modification de la satisfaction des segments en matière de transport.

En outre, là encore, les variations de satisfaction affectant les différents segments conduiront à une modification de la répartition de l'ensemble des ménages selon les différents segments, et par suite à une modification des lieux de résidence des ménages, ainsi que des lieux d'études ou de travail et plus généralement des lieux de séjour des voyages des individus qui les composent, et de la mobilité qui en découle.

Figure 1 : Schéma de la représentation des phénomènes



Chapitre 2

Détail de la représentation des phénomènes

Ce chapitre reprend la présentation faite dans le chapitre 1 en donnant plus de détail et en faisant de plus amples commentaires. Mais, pour ne pas trop alourdir le texte, nous limiterons les équations du modèle à leur forme la plus synthétique et nous n'indiquerons les valeurs estimées des paramètres que quand la connaissance de celles-ci présente un intérêt pour la compréhension des résultats numériques de l'application faite dans le chapitre 3.

II.1 Territoire

Soit un certain territoire géographique pour lequel il s'agit de représenter le comportement des résidents pendant une certaine période s'étalant sur une année complète, en ce qui concerne le choix du lieu de résidence, des lieux de travail et d'études, de l'équipement automobile et de la mobilité, que les déplacements soient effectués au sein ou en dehors du territoire.

II.2 Segmentation de la population des ménages

Nous distinguerons deux concepts pour caractériser l'environnement dans lequel sont supposés se dérouler les phénomènes, indépendamment des hypothèses faites sur le système de transport lui-même :

- le contexte socio-économique dans lequel, dans la réalité, ne se trouve plongé le territoire considéré qu'à un certain moment dans l'échelle du temps historique, mais que l'on peut supposer s'appliquer à des moments différents dans des scénarios prospectifs ou dans des exercices d'école portant sur le passé ;
- l'horizon temporel qui désigne le moment du temps historique lui-même, pour lequel peuvent se produire différents contextes socio-économiques (notamment concernant le nombre et la structure démographique des individus résidant dans la région), mais qui correspond à un et un seul stade dans la succession des générations et des modes de vie des individus.

Soient donc un horizon temporel H et un contexte socio-économique S pour lesquels on souhaite représenter les comportements des individus résidant dans le territoire.

Comme on l’a dit dans le chapitre 1, l’unité statistique première est celle du *ménage*, composé d’un ou de plusieurs *individus* résidant la majeure partie de l’année dans un même lieu et dont les différentes sources de revenu sont supposées mises en commun pour les dépenses du ménage en matière de parking permanent et d’équipement automobile.

On effectue une partition de la population des ménages supposés résider dans le territoire en N *segments de ménages*, repérés par l’indice *menage*³. Chaque segment rassemble tous les ménages présentant, pour un certain nombre de caractéristiques, une valeur comprise dans un intervalle assez faible, propre au segment. Tous les ménages d’un segment peuvent ainsi être représentés par l’un d’entre eux, dit *ménage-type*, du moins pour ce qui est des phénomènes qui ne dépendent que des caractéristiques considérées.

II.2.1 Caractéristiques d’un ménage-type et des individus-type qui le composent

Nous listons ci-après les caractéristiques prises en compte pour le ménage-type représentant le segment *menage*.

II.2.1.1 Individus composant le ménage

Le ménage-type comprend un certain nombre d’individus, désigné par

$$\text{nombreindividus}_{\text{menage}}$$

Chaque individu ainsi considéré, dit *individu-type*, est repéré au sein du ménage par un numéro d’ordre

$$\text{individu}$$

et est caractérisé par la catégorie

$$\text{categorie}_{\text{menage},\text{individu}}$$

dont il relève, à savoir :

- catégorie *enfants en bas âge* : individus de moins de 6 ans ;
- catégorie *enfants* : individus de plus de 6 ans et de moins de 18 ans.
- catégorie *étudiants* : individus de plus de 18 ans et de moins de 65 ans, poursuivant des études.
- catégorie *actifs* : individus de plus de 18 ans et de moins de 65 ans, occupant un emploi.

³ Nous avons choisi d’utiliser pour les différentes variables des mots français non abrégés, dans la mesure où une bonne partie des symboles courants et plus simples a déjà été utilisée dans des documents antérieurs pour désigner des variables introduites dans les versions précédentes du modèle et continuent à le faire dans la version présente.

Par ailleurs, concernant les variables se rapportant à un ménage ou à l’un de ses membres, nous ne mentionnerons pas systématiquement l’indice bas *menage* ou *menage,individu* pour alléger les formules.

- catégorie *non-actifs* : individus de plus de 18 ans et de moins de 65 ans, ne poursuivant pas d'études et n'occupant pas d'emploi.
- catégorie *retraités* : individus de plus de 65 ans⁴.

Chaque individu membre d'un ménage du segment peut être représenté par un des individus-type, relevant de la même catégorie et présentant le même numéro d'ordre.

Le nombre et les catégories des individus d'un ménage déterminent la composition du ménage

$$composition_{menage}$$

De la composition du ménage, se déduisent :

- le nombre des seuls actifs $nombreactifs_{menage}$,
- le nombre des seuls enfants $nombreenfants_{menage}$.

II.2.1.2 Revenu du ménage

Le revenu annuel disponible brut du ménage, résultant des sources de revenu que ses membres mettent en commun (après impôts, prestations sociales comprises)⁵, entre dans une certaine tranche⁶ désignée par

$$revenu_{menage}$$

II.2.1.3 Lieu de résidence principale et immobilisation financière par parking permanent

Tous les individus du ménage-type résident à titre principal dans le lieu désigné par

$$lieuresidence_{menage}$$

repéré par ses coordonnées géographiques.

Pour chaque combinaison possible de composition et de tranche de revenu du ménage, la segmentation des ménages est telle qu'il existe au moins quatre ménages-type résidant dans quatre zones distinctes de la région sur la base d'un découpage géographique défini à l'avance.

⁴ Le terme de retraité est impropre, car la catégorie est définie par une limite d'âge et non par l'absence d'activité, bien que l'on n'attribue pas de voyages potentiels pour motif travail aux individus concernés. Nous conserverons malgré tout cette dénomination déjà utilisée dans le rapport de février 2007.

⁵ Dans la suite du texte, les revenus seront toujours considérés en valeur annuelle. Ils seront, comme les indicateurs d'immobilisation financière (resp. les prix de stationnement ou de transport), exprimés en Euros constants de l'année 2002.

⁶ L'amplitude des tranches considérées n'est pas la même pour tous les segments.

Nous verrons en II.4.3 que l'équipement automobile du ménage-type, désigné par *nombrevehicules*

ne fait pas partie des caractéristiques dont la valeur est fixée pour le ménage a priori, mais résulte d'un choix entre quatre modalités : pas de voiture particulière, une voiture particulière, deux voitures particulières, trois voitures particulières ou plus⁷.

Par ailleurs, si le ménage est propriétaire d'un emplacement de parking sans crédit en cours, ce dernier représente une certaine valeur patrimoniale que l'on peut ramener à l'année en la divisant par un nombre conventionnel d'années. Si le ménage rembourse un emprunt pour l'acquisition de son parking ou loue ce dernier, cela implique des dépenses annuelles, en ramenant là encore l'apport personnel et les annuités d'emprunt à une moyenne annuelle dans le cas de l'acquisition. L'ensemble des montants financiers annuels en jeu, rapporté au nombre de véhicules à la disposition du ménage, représente ce que nous appellerons *l'immobilisation financière par parking permanent* qui, au contraire de l'équipement automobile, est fixée a priori compte tenu de certaines des caractéristiques du ménage.

Plus précisément, l'immobilisation financière par parking permanent peut être représentée par la fonction

prixparking(revenu,nombrevehicules,lieuresidence)

- La fonction croît avec le revenu du ménage car, plus le revenu d'un ménage est faible, plus bas sont les prix fonciers⁸ dans sa zone de résidence et - à zone de résidence donnée - plus le ménage choisira de réduire les coûts de parking tout simplement en ne disposant pas de place de parking permanent pour son (ses) véhicule(s).
- La fonction décroît avec le nombre des voitures particulières dont le ménage est équipé.
- La fonction dépend également du lieu de résidence du ménage (indépendamment du rôle joué par le marché foncier) dans la mesure où, dans le centre par exemple, les places de stationnement gratuit sont rares et les emplacements de parking ont un coût qui s'ajoute à celui des appartements, alors qu'en grande banlieue l'habitat en maison particulière avec jardin ou garage intégré offre des possibilités de parking à faible coût.

⁷ Nous utilisons le terme de voiture particulière aussi bien pour les voitures véritables que pour les deux-roues à moteur.

⁸ Nous verrons plus loin que la répartition de l'ensemble de la population des ménages selon différentes zones de résidence est faite dans le modèle sans qu'apparaissent explicitement les prix fonciers. Mais, comme c'est le cas dans la réalité, le processus de répartition suppose l'existence de deux phénomènes implicites ; le premier est qu'à une date donnée, les prix fonciers d'une zone sont d'autant plus élevés que le revenu des ménages qui y résident est élevé ; le second est que, au fil des ans, l'évolution de la concurrence entre ménages sur le marché foncier fait que les prix ne varient pas nécessairement de la même façon selon les zones. Concernant le prix des parkings permanents, seul le premier phénomène est pris en compte de façon endogène dans le modèle à travers les différences de revenu des ménages d'une zone à l'autre. En revanche, - et c'est là une des limites de la version actuelle du modèle - le second phénomène ne peut être pris en compte qu'en formulant une hypothèse exogène sur l'évolution de la fonction d'immobilisation financière par parking permanent ; nous reviendrons sur ce point en présentant l'application du modèle à un cas concret dans le chapitre 3.

II.2.1.4 Lieux de séjour pour motif d'études ou de travail éventuels et voyages potentiels correspondants

Chaque individu-type de catégorie enfant ou étudiant est caractérisé par un lieu de séjour pour motif d'études désigné par

$$lieuetudes_{menage,individu}$$

et repéré par ses coordonnées géographiques.

De façon analogue, chaque individu-type de catégorie actif est caractérisé par un lieu de séjour pour motif de travail, désigné par

$$lieutravail_{menage,individu}$$

et repéré lui aussi par ses coordonnées géographiques.

À chacun de ces lieux, correspondent – pour une année complète - 245 voyages⁹ potentiels de motif études (resp. travail).

Ces voyages sont désignés par

$$groupeetudes_{menage,individu} \text{ ou } groupetravail_{menage,individu}$$

⁹ Par souci de simplification, nous ne faisons pas état ici du concept de groupe de voyages qui a été présenté dans les précédentes publications, mais n'est pas indispensable pour décrire les modifications apportées depuis au modèle. Nous conserverons cependant le terme de *groupe* pour la désignation de certaines variables.

Par ailleurs, on remarquera que les 245 voyages par an impliquent moins de jours de congés qu'il n'y en a dans la réalité. Il conviendra de diminuer le nombre des voyages par an pour les motifs études et travail dans une version ultérieure du modèle. La surestimation n'est pas gênante pour l'estimation de la satisfaction des individus (voir II.4.1) et tous les résultats qui en découlent, dans la mesure où elle est implicitement compensée par une sous-estimation de la valeur du facteur ξ . Mais elle biaise un peu la structure de la mobilité considérée en moyenne annuelle.

On verra plus loin que le pourcentage de réalisation des voyages de motif travail n'est pas nécessairement égal à 100 %, soit que – du fait d'une insuffisance de la situation d'offre – certains individus ne réalisent pas le voyage certains jours ouvrables de l'année, soit que d'autres individus ne réalisent le voyage aucun des jours ouvrables de l'année. Dans ce dernier cas, la caractérisation de l'individu par un lieu de séjour pour motif de travail signifie simplement que l'individu pourrait occuper un emploi sur le lieu de séjour considéré si la situation d'offre le permettait, mais ne le fait pas dans certaines situations d'offre qui se prêtent mal aux voyages correspondants¹⁰.

Enfin, les lieux de séjour pour motif d'études et/ou de travail de deux individus ou plus peuvent coïncider géographiquement. Dans ce cas, quand ils sont réalisés, les voyages potentiels de ces individus peuvent l'être en commun, et notamment dans le même véhicule du ménage si le moyen de transport automobile est utilisé.

Pour l'application du modèle décrite dans le chapitre 3, la définition des segments est telle, dans le cas de la région capitale ou de la région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants, que chaque ménage-type a au moins un « jumeau » parmi les ménages-type des autres segments :

- Pour la région capitale, il existe pour chaque ménage-type trois jumeaux qui présentent exactement les mêmes caractéristiques, lieu(x) de travail excepté(s).

Pour les ménages-type résidant dans la première zone, les quatre jumeaux et les segments qu'ils représentent se différencient pour le premier par des lieux de travail plutôt situés eux aussi dans la première zone au sens du découpage géographique défini en II.5 (segment dit de type 1) ; pour le deuxième par des lieux de travail moins fréquemment situés dans la première zone et plus fréquemment situés dans la deuxième zone et dans une moindre mesure dans les deux autres zones (segment de type 2) ; pour le troisième et le quatrième par des lieux de travail moins fréquemment situés dans la première zone et plus fréquemment situés indifféremment dans l'une des trois autres zones (segments de type 3 et de type 4).

10 Un enfant, un étudiant ou un individu actif d'un ménage-type est toujours considéré comme tel, même si le pourcentage de réalisation des voyages de motif études ou travail est inférieur à 100 %, ce qui implique que certains des individus des ménages représentés par le ménage-type étudient ou travaillent, mais sans donner lieu à des trajets du motif correspondant qui se fassent sur une distance non nulle (ce qui est le cas dans la réalité si, à défaut de pouvoir étudier ou travailler dans le lieu de séjour souhaité, il le fait dans un lieu très proche du lieu de résidence). Dans les chapitres 3 et 4, le décompte des enfants, étudiants et actifs se fait donc indépendamment du fait que le pourcentage de réalisation du voyage de motif correspondant est ou non inférieur à 100 %. En revanche, les résultats de nombre de trajets et de kilomètres parcourus par trajet ne portent que sur les trajets véritables, et donc effectués sur une distance non nulle, de façon à ce qu'ils puissent être comparés au trafic mesuré sur les réseaux de transport ou à la mobilité estimée par les enquêtes ménages.

Pour les ménages-type résidant dans les autres zones, les quatre jumeaux et les segments qu'ils représentent se différencient pour le premier par des lieux de travail plutôt situés dans la première zone (segment dit de type 1) ; pour le deuxième par des lieux de travail plutôt situés à une moindre distance du lieu de résidence (segment de type 2) ; pour le troisième par des lieux de travail encore plus proches du lieu de résidence (segment de type 3) ; et pour le quatrième par des lieux de travail plutôt situés dans la même zone que le lieu de résidence, mais pas dans le même quart de la couronne que constitue la zone (segment de type 4).

- Pour la région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants, il existe pour chaque ménage-type un jumeau présentant exactement les mêmes caractéristiques autres que le(s) lieu(x) de travail. Les deux jumeaux et les segments qu'ils représentent se distinguent l'un par des lieux de travail situés plutôt à courte ou moyenne distance du lieu de résidence (segment de type 1), et l'autre par des lieux de travail plutôt situés à une distance plus longue du lieu de résidence (segment de type 2).

Dans le cas des deux dernières régions, un ménage-type donné n'a pas nécessairement de jumeau.

II.2.1.5 Lieux de séjour pour autres motifs et voyages potentiels correspondants

À chaque individu-type, correspond un certain nombre de *lieu(x) de séjour pour motif respectivement de week-end, de vacances*¹¹, *professionnel* ou *autres*.

Ces lieux de séjour sont repérés par leurs coordonnées géographiques et désignés par

$$lieuweekend_{menage,individu}^{numero}$$

$$lieuvacances_{menage,individu}^{numero}$$

$$lieuprofessionnel_{menage,individu}^{numero}$$

$$lieuautres_{menage,individu}^{numero}$$

les lieux de séjour correspondant à un motif donné étant repérés par l'indice

$$numero$$

(avec $numero \in \{1, nombrelieuweekend\}$, $numero \in \{1, nombrelieuvacances\}$,
 $numero \in \{1, nombrelieuprofessionnel\}$ ou $numero \in \{1, nombrelieuautres\}$)

et repérés eux aussi par leurs coordonnées géographiques.

Pour limiter le temps de calcul, on ne considère pas explicitement tous les lieux de séjours potentiels d'un individu-type, mais seulement un échantillon que l'on suppose tel que l'ensemble formé par les échantillons sur l'ensemble des segments soit représentatif du motif considéré sur l'ensemble des individus.

Pour l'application présentée au chapitre 3, on a par exemple en moyenne par segment :

$$nombrelieuweekend = 5.25$$

$$nombrelieuvacances = 5.25$$

$$nombrelieuprofessionnel = 2.00$$

$$nombrelieuautres = 35.50$$

¹¹ La différence entre week-end et vacances tient essentiellement à la durée du séjour que l'individu souhaite effectuer sur place.

À chaque lieu de séjour de motif week-end (resp. vacances ou professionnel), correspondent – toujours pour une année complète - des *voyage(s) potentiel(s) de motif week-end* (resp. *vacances* ou *professionnel*) que l'individu concerné est susceptible de réaliser à un certain moment de l'année pour exercer l'activité considérée sur le lieu considéré. Un même voyage professionnel peut correspondre à plusieurs lieux de séjour de motif professionnel susceptibles d'être visités successivement au cours du voyage.

Enfin, à chaque lieu de séjour de motif autres, correspondent

- ou bien des *voyages potentiels de motif autres*, qui équivalent aux voyages potentiels que l'individu concerné est susceptible de réaliser à un certain moment de l'année pour exercer une activité personnelle autre que études, travail, week-end ou vacances sur le lieu considéré ; comme pour les voyages professionnels, un même voyage peut correspondre à plusieurs lieux de séjour de motif autres susceptibles d'être visités successivement au cours du voyage ;
- ou bien un des voyages de motif études ou travail déjà cités qui peut comporter un séjour secondaire pour motif autres sur le lieu considéré ; le lieu d'études ou de travail constitue alors le lieu de séjour principal, et l'autre lieu le lieu de séjour secondaire¹².

Selon le motif du séjour principal qui est également par convention celui du voyage lui-même, les voyages potentiels sont désignés par

$$groupe_{weekend}^{numero}_{menage,individu}$$

$$groupe_{vacances}^{numero}_{menage,individu}$$

$$groupe_{professionnel}^{numero}_{menage,individu}$$

$$groupe_{autres}^{numero}_{menage,individu}$$

(avec $numero \in \{1, nombre_{groupe_{weekend}}\}$, $numero \in \{1, nombre_{groupe_{vacances}}\}$,
 $numero \in \{1, nombre_{groupe_{professionnel}}\}$ ou $numero \in \{1, nombre_{groupe_{autres}}\}$

et

$$nombre_{groupe_{weekend}} = nombre_{lieu_{weekend}}$$

$$nombre_{groupe_{vacances}} = nombre_{lieu_{vacances}}$$

$$nombre_{groupe_{professionnel}} \leq nombre_{lieu_{professionnel}}$$

$$nombre_{groupe_{autres}} \leq nombre_{lieu_{autres}})$$

Comme pour les lieux de séjour pour motif d'études ou de travail, on suppose que, quelle que soit la situation d'offre, l'individu peut toujours exercer l'activité dans le lieu concerné s'il en décide ainsi.

¹² Dans la suite du texte, par souci de simplification, nous ne distinguerons pas le cas des voyages réalisés avec un seul lieu de séjour et celui des voyages réalisés avec plusieurs lieux de séjour. Nous ferons comme si tout voyage ne comportait qu'un trajet aller au départ du lieu de résidence, un seul séjour dans un lieu unique (correspondant au lieu de séjour principal) et un trajet retour vers le lieu de résidence.

Enfin, toujours comme pour les lieux de séjour pour motif d'études ou de travail, les lieux de séjour pour autres motifs de deux individus ou plus peuvent coïncider géographiquement pour des voyages similaires. Dans ce cas, là encore, quand ils sont réalisés, les voyages de ces individus peuvent l'être en commun, et notamment dans le même véhicule du ménage si le moyen de transport automobile est utilisé.

II.2.1.6 Mobilité potentielle des individus

Les voyages d'autres motifs d'un individu-type, avec les voyages éventuels de motif études ou travail, forment la mobilité potentielle de cet individu - et au delà des individus qu'il représente - pour l'année complète, que l'on peut désigner sous la forme du vecteur

$$\left[\begin{array}{l} 245.\text{groupeetudes}_{\text{menage,individu}} \\ \text{ou } 245.\text{groupetravail}_{\text{menage,individu}} \quad (\text{le cas échéant}) \\ \\ p\text{weekend} . \text{groupeweekend}^{\text{numero}}_{\text{menage,individu}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupeweekend}\} \\ \\ p\text{vacances} . \text{groupevacances}^{\text{numero}}_{\text{menage,individu}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupevacances}\} \\ \\ p\text{professionnel} . \text{groupeprofessionnel}^{\text{numero}}_{\text{menage,individu}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupeprofessionnel}\} \\ \\ p\text{autres} . \text{groupeautres}^{\text{numero}}_{\text{menage,individu}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupeautres}\} \end{array} \right]$$

où $p\text{weekend}$, $p\text{vacances}$, $p\text{professionnel}$, $p\text{autres}$ sont les pondérations permettant de passer des nombres de voyages vers les lieux de séjour de l'échantillon représentatif explicitement considéré à l'ensemble des lieux de séjours potentiels de l'individu pour le motif correspondant.

Les capacités physiques des terrains et l'organisation du territoire sont telles que la densité spatiale des lieux d'études, de travail ou pouvant plus généralement se prêter à une activité est à la fois limitée et irrégulière sur ce territoire.

Il en est de même de la distribution géographique des parents ou amis auxquels les individus sont susceptibles de rendre visite, ou des contacts que les individus entretiennent dans le cadre de leur activité professionnelle, ou encore des lieux dans lesquels les individus pourraient séjourner pour leur attrait climatique ou leur intérêt touristique.

Enfin, les places dans les établissements d'études ou les lieux d'hébergement hors résidence principale, les emplois ou les possibilités d'exercer certaines activités dans une zone sont en nombre limité et un individu ne peut en bénéficier si d'autres en bénéficient déjà, alors que – par définition du voyage potentiel – l'activité exercée dans le lieu de séjour de ce voyage doit rester toujours disponible pour l'individu.

Les lieux de séjour ne sont donc pas tous situés à proximité du lieu de résidence de cet individu et s'en trouvent selon les cas plus ou moins éloignés géographiquement.

À composition du ménage et zone de résidence données, pour les motifs d'études ou de travail comme pour les autres motifs, il n'y a pas de corrélation du revenu du ménage et du nombre des lieux de séjour ou de l'éloignement géographique de ces derniers par rapport au lieu de résidence.

En revanche, s'il n'y a pas non plus de corrélation du nombre de séjours potentiels et de la localisation de la résidence du ménage, l'éloignement géographique des lieux de séjour par rapport au lieu de résidence dépend de cette localisation. En effet, les possibilités d'études – en particulier pour un étudiant – sont plutôt localisées à proximité des centres d'agglomération et les distances séparant ces possibilités et un individu résidant près d'un de ces centres seront plus courtes que celles caractérisant un individu dont le lieu de résidence en est plus éloigné. Il en est de même, bien que de façon moins marquée, des possibilités de lieu de séjour pour le motif autres¹³.

II.2.1.7 Construction pratique des segments

Au plan pratique, il n'est pas nécessaire de considérer la population complète des segments, comprenant toutes les combinaisons possibles de composition, de revenu, de lieu de résidence et de lieux de séjour.

Il suffit tout d'abord de se limiter aux couples composition x tranche de revenu les plus fréquents dans la population des ménages de la région considérée à un horizon qui se situe à peu près à mi chemin dans le déroulement de la période historique que l'on souhaite traiter.

Pour chacun des couples retenus, il convient ensuite de définir des segments de lieux de résidence différents ou non, en assez grand nombre pour que toutes les possibilités de localisation des logements soient couvertes. Le terme de possibilité est à comprendre dans un sens très large : il ne se limite pas en effet aux zones dans lesquelles réside effectivement un nombre minimal de ménages dans un contexte socio-économique et à un horizon donnés, mais doit être étendu à l'ensemble des zones dans lesquelles un nombre significatif de ménages pourrait avoir son lieu de résidence dans un autre contexte ou à un autre horizon.

¹³ En revanche, au moins pour la région capitale et la région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants, la corrélation géographique est moindre entre lieu de résidence et lieu(x) de travail sur l'ensemble des ménages-type, en raison de l'existence des segments jumeaux qui impliquent une gamme assez large d'éloignement des lieux de travail par rapport au lieu de résidence. Dans ce cas des lieux de séjour pour motif travail, le résultat final d'une corrélation géographique plus ou moins forte vis à vis du lieu de résidence sur l'ensemble des ménages particuliers est beaucoup moins déterminé par une corrélation originelle introduite au stade de la définition des segments que cela n'est le cas pour les lieux de séjour pour autre motif ; il l'est avant tout par l'estimation de la répartition des ménages particuliers selon ces segments.

Comme nous l'avons déjà dit, pour une application du modèle, on définit un découpage de la région en un certain nombre de zones géographiques (quatre pour l'application du chapitre 3). La définition des lieux de résidence se fait alors comme suit :

- pour chacune des zones, les lieux de résidence des ménages-type sont tirés aléatoirement sur la base d'une loi de distribution géographique uniforme sur l'ensemble de la zone ;
- le nombre des segments ainsi obtenu est le même pour toutes les zones ;
- Dans chaque zone, chaque couple retenu de composition et de tranche de revenu du ménage donne lieu à au moins un segment.

Enfin, pour chaque segment déjà défini par la composition, le revenu et le lieu de résidence du ménage-type, il reste à préciser l'échantillon de lieux de séjour et de voyages potentiels associés.

Le(s) lieu(x) de travail éventuel(s) peuvent être déterminés par tirage aléatoire sur la base d'une distribution probabiliste selon les zones prédéfinie. Nous verrons en II.5.3.3 que partant des lieux de travail ainsi déterminés segment par segment, une modification exogène appropriée permettra, dans le processus mis en œuvre par le modèle, de faire en sorte que la structure des couples lieu de résidence x lieu de travail finalement obtenue pour l'ensemble des segments reflète celle observée dans un cas réel pour au moins un contexte socio-économique et un horizon donnés. Pour les applications évoquées dans II.2.1.4 et faisant appel au concept de segments jumeaux, les lieux de travail des actifs sont tirés sur la base d'une distribution probabiliste différente selon le type d'emploi du segment considéré.

Les lieux de séjour pour les autres motifs peuvent eux aussi être déterminés par tirage aléatoire sur la base d'une distribution probabiliste selon les zones prédéfinie, sous la condition cependant que – dans le cas des ménages jumeaux – les lieux soient identiques, ce qui permettra de jouer sur les lieux de travail des actifs toutes choses égales par ailleurs (voir II.5.3.3).

Un algorithme a été développé pour construire de façon automatique l'échantillon de segments selon le processus qui vient d'être décrit. Il a été utilisé notamment pour l'application du modèle décrite au chapitre 3.

II.3 Modalités de réalisation des voyages potentiels des individus dans une situation d'offre réelle

Soit une certaine situation d'offre de transport correspondant à certaines caractéristiques d'immobilisation financière par parking permanent ou véhicule automobile¹⁴, de prix de l'hébergement hors résidence principale et du stationnement automobile, ainsi que de niveau de service des dessertes de transport existant dans le territoire considéré. Nous désignerons cette situation par le symbole Δ .

Supposons que, pour un segment, l'on connaisse dans cette situation :

- le résultat du choix effectué par le ménage-type quant à son équipement automobile ;
- l'utilisation ou non d'une des voitures particulières du ménage-type pour les voyages de motif études et travail par les différents individus-type.

Il est alors possible, pour chaque voyage potentiel des individus-type considéré indépendamment des autres voyages potentiels, de déterminer la *modalité de réalisation* du voyage, en désignant par cette expression aussi bien le pourcentage de réalisation du voyage que la façon dont le voyage est réalisé quand cela est le cas.

Nous rappelons brièvement ci-après les étapes du processus.

II.3.1 Détermination de la modalité de réalisation de coût minimal pour un voyage

II.3.1.1 Description de l'offre d'hébergement hors résidence principale, de stationnement automobile et de transport proprement dit

Les caractéristiques de la situation d'offre Δ déterminant la modalité de réalisation de chaque voyage potentiel sont décrites sous la forme suivante :

- d'abord, la dépense monétaire d'hébergement dans le lieu de séjour, pour les différents nombres de nuits de présence envisageables ;
- ensuite, la dépense monétaire de stationnement occasionnel en cas d'utilisation de la voiture particulière comme moyen de transport principal pour les deux trajets aller et retour, pour les différentes durées de stationnement envisageables ;

¹⁴ En étendant aux véhicules automobiles le concept d'immobilisation financière introduit plus haut pour les parkings permanents. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

- enfin, pour les trajets aller et retour du voyage, un ensemble de modes représentant les possibilités de déplacement de l'origine jusqu'à la destination chaque jour de l'année à différents moments de la journée et pour les différents moyens de transport principaux que sont la marche à pied ou le vélo¹⁵, la voiture particulière (taxi et deux-roues motorisés compris) et les transports collectifs ; à chaque mode, correspondent un couple d'instant de début et de fin de trajet, une dépense monétaire de trajet et diverses autres grandeurs telles que l'inconfort de transport.

Une modalité possible correspond donc à une dépense d'hébergement sur le lieu de séjour, le cas échéant une dépense de stationnement de la voiture particulière et à deux combinaisons de couples d'instant de début et de fin et de dépenses de trajet (entre autres caractéristiques de trajet).

II.3.1.2 Coût généralisé minimal toutes modalités pour le voyage

Chaque modalité possible est appréciée, dans l'absolu et par rapport à une autre modalité, par le calcul d'un coût généralisé classique agrégeant les dépenses d'hébergement, de stationnement et de trajet¹⁶ et les différents désavantages résultant pour l'individu de l'écart entre caractéristiques réelles et souhaitées pour le voyage, notamment en ce qui concerne la durée des différents intervalles de temps passés sur le lieu de résidence ou sur le lieu de séjour. Comparativement aux termes de dépenses monétaires, les termes de désavantage pèsent d'autant plus que le revenu du ménage est important (toutes choses égales par ailleurs).

La modalité dite *de coût minimal* est, parmi toutes les modalités possibles, celle qui conduit au *coût généralisé minimal*, désigné par

$$\hat{C}(\Delta)$$

¹⁵ Dans la version du modèle présentée ici, on ne fait pas de distinction entre la marche et le vélo regroupés sous l'expression *marche à pied* ; mais le cadre proposé se prête sans aucune difficulté à une extension distinguant les deux moyens de transport.

¹⁶ Dans le cas où la modalité suppose l'utilisation de la voiture particulière, on tient compte de la disponibilité ou non d'un véhicule appartenant au ménage qui dépend de l'usage qui est fait de ces véhicules pour tous les voyages des individus du ménage, et notamment les voyages de motif travail et études.

II.3.2 Situation d'offre minimale acceptable pour le voyage

Bien que nous prenions en compte l'ensemble des autres voyages potentiels de chaque individu, il est difficile de représenter les liens existant pour ce dernier entre réaliser ou non le voyage particulier considéré ici et réaliser ou non un ou plusieurs des autres voyages. La combinatoire est trop grande et, de toutes façons, face aux contraintes financières et d'emploi du temps qui s'imposent à l'individu sur l'ensemble de l'année, la réalisation du voyage entre en concurrence non seulement avec celle de certains des autres voyages, mais aussi avec celle d'autres activités¹⁷ n'ayant rien à voir avec les voyages et que le modèle ne décrit pas. Mais le concept *d'offre minimale acceptable* pour un voyage permet de tenir compte de façon au moins forfaitaire du rôle joué par ces contraintes.

Nous avons vu que chaque voyage est rattaché à un individu-type qui représente certains des membres des ménages relevant d'un segment de ménages. On peut – indépendamment de toute situation d'offre réelle à laquelle les individus concernés peuvent se trouver confrontés – caractériser le voyage par une certaine situation d'offre qui constitue une sorte de seuil de niveau de service en deçà duquel aucun des individus représentés par l'individu-type ne peut ou ne veut réaliser le voyage car, par le temps passé et/ou la dépense monétaire effectuée, cette réalisation l'empêcherait de pratiquer d'autres activités qu'il préfère au voyage, en tout cas pour ce temps et cette dépense là.

Le niveau de service définissant l'offre minimale acceptable est d'autant plus bas que l'horizon temporel traité est avancé dans l'échelle des temps, car les arbitrages effectués à contraintes financières et d'emploi du temps données se modifient du fait de la succession des générations démographiques et de l'évolution des modes de vie des individus, ou parce que la contrainte d'emploi du temps se transforme notamment sous l'effet de la réduction du temps de travail.

¹⁷ Y compris "l'activité" consistant à épargner une partie de son revenu.

Concrètement, ce niveau de service est défini comme étant celui correspondant à une certaine situation d'offre, typique de celles existant aujourd'hui dans la réalité pour un certain type de trajet, et notamment une certaine distance séparant les lieux origine et destination du trajet. Les niveaux de service les plus élevés correspondent à une offre typique existant pour des trajets à courte distance, et donc à des prix et des temps de trajet peu importants. A l'inverse, les niveaux de service les moins élevés correspondent à une offre typique existant pour des trajets à très longue distance, avec des prix et des temps de trajet très importants.

Une offre minimale acceptable peut donc être caractérisée sans ambiguïté par la valeur du nombre Ψ des kilomètres séparant les lieux origine et destination des relations sur lesquelles on trouve couramment l'offre typique correspondante. A horizon et motif de voyage donnés, la valeur de Ψ est d'autant plus forte que le revenu du ménage par unité de consommation est important (toutes choses égales par ailleurs). A revenu du ménage et motif de voyage donnés, elle est d'autant plus forte que l'horizon temporel est éloigné dans la direction du futur, avec un écart qui se réduit entre tranches de revenu.

On peut, pour la situation d'offre minimale acceptable Ψ comme pour toute situation d'offre, déterminer un coût généralisé minimal

$$\hat{C}(\Psi)$$

qui serait celui qu'il faudrait attribuer au voyage si l'on se trouvait dans la situation d'offre minimale acceptable.

II.3.3 Situation d'offre standard

Soit par ailleurs Θ une autre situation d'offre qui, au contraire de la situation d'offre minimale acceptable, n'est pas propre au voyage considéré et qui est définie comme ce vers quoi tend une situation d'offre réelle quand l'immobilisation financière par parking permanent ou véhicule automobile et les prix de l'hébergement hors résidence principale, du stationnement automobile et de transport proprement dit tendent vers zéro de même que tous les temps de trajet, et que toutes les fréquences de service (pour les transports collectifs) tendent vers l'infini. Cette situation, plus hypothétique encore que l'offre minimale acceptable, est dite *offre standard*. C'est dans cette situation que, par définition, les voyages potentiels sont réalisés en totalité par tous les individus représentés par l'individu-type.

Comme pour l'offre minimale acceptable, on peut déterminer un coût généralisé minimal

$$\hat{C}(\Theta)$$

qui serait celui qu'il faudrait attribuer au voyage si l'on se trouvait dans la situation d'offre standard.

II.3.4 Modalité de réalisation et pourcentage de réalisation du voyage

La modalité de réalisation de chaque voyage du groupe dans la situation d'offre réelle Δ est alors déterminée comme suit.

- Si $\hat{C}(\Delta) \geq \hat{C}(\Psi)$, le voyage n'est réalisé par aucun des individus représentés par l'individu-type.
- Si $\hat{C}(\Delta) < \hat{C}(\Psi)$, le voyage est bien réalisé – selon la modalité de coût minimal – par une certaine proportion des individus représentés par l'individu-type, dite encore *pourcentage de réalisation du groupe de voyages*¹⁸ et égale à

$$\text{pourcentage} = \left[\frac{\hat{C}(\Psi) - \hat{C}(\Delta)}{\hat{C}(\Psi) - \hat{C}(\Theta)} \right]^\gamma$$

¹⁸ En ne mentionnant pas le facteur multiplicatif de 100 qu'exigerait un véritable pourcentage. Par ailleurs, dans le calcul du pourcentage de réalisation des voyages potentiels des individus, le modèle ajoute un effet supplémentaire traduisant le fait qu'une augmentation (resp. une diminution) de la dépense totale de voyage et/ou de la durée totale d'absence du lieu de résidence pour le voyage – dans le cas où il est réalisé – laisse à l'individu moins (resp. plus) de possibilités de réserver ses ressources financières et/ou de temps disponibles pour d'autres activités, parmi lesquelles on peut trouver d'autres voyages. Nous ne décrivons pas ici le détail de la prise en compte de ce phénomène.

où l'exposant γ prend une valeur propre à chaque motif de voyage :

$\gamma = 0.01$ pour le motif études,

$\gamma = 0.01$ pour le motif travail,

$\gamma = 15.00$ pour le motif week-end,

$\gamma = 15.00$ pour le motif vacances,

$\gamma = 15.00$ pour le motif professionnel,

$\gamma = 15.00$ pour le motif autres.

La faible valeur de l'exposant relatif aux motifs travail et études, comparée à celle retenue pour les autres motifs, traduit le caractère quasi-obligé des voyages considérés.

On remarquera que, pour un segment de ménages donné, la valeur de $\hat{C}(\Psi)$ s'accroît au fil des ans. Une amélioration de l'offre de transport réelle Δ (et donc une diminution de la valeur de $\hat{C}(\Delta)$) provoque une augmentation relative du nombre de voyages réalisés qui est d'autant plus faible que l'horizon considéré est lointain dans la direction du futur.

Ce résultat peut s'interpréter comme suit.

- Si le mode de vie ou la génération des ménages du segment n'ont pas encore conduit ces derniers à se déplacer beaucoup en cas de niveau de service de transport bas, une amélioration de l'offre à cet égard donne aux ménages l'opportunité de se déplacer sensiblement plus.
- Si, plusieurs années plus tard, le mode de vie ou la génération des ménages du segment ont conduit ces derniers à se déplacer plus qu'auparavant dans le même cas de bas niveau de service de transport - permettant en cela une plus grande satisfaction des besoins de mobilité -, l'opportunité que peut représenter une amélioration de l'offre présente moins d'intérêt pour les ménages.

En d'autres termes, l'évolution des modes de vie et des générations et celle de l'offre de transport ont sur la mobilité des effets qui ne se cumulent pas, mais se neutralisent partiellement l'un l'autre.

II.3.5 Mobilité réelle des individus

Nous avons défini précédemment le vecteur représentant la mobilité potentielle d'un individu, qui rassemble tous les voyages que réaliserait l'individu dans l'année complète si l'on se trouvait dans la situation d'offre standard.

Dans la situation d'offre Δ , on ne sait pas représenter la mobilité réelle de chaque individu particulier. En revanche, la mobilité moyenne par individu de l'ensemble des individus représentés par l'individu-type peut l'être, toujours pour l'année complète, par

$$\left[\begin{array}{l} \text{pourcentage}_{\text{groupeetudes}}^{245} \cdot \text{groupeetudes}_{\text{menage,individu}} \\ \text{ou } \text{pourcentage}_{\text{groupetravail}}^{245} \cdot \text{groupetravail}_{\text{menage,individu}} \quad (\text{le cas échéant}) \\ \\ \text{pourcentage}_{\text{groupeweekend}}^{\text{numero}} \cdot \text{pweekend} \cdot \text{groupeweekend}_{\text{menage,individu}}^{\text{numero}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupeweekend}\} \\ \\ \text{pourcentage}_{\text{groupevacances}}^{\text{numero}} \cdot \text{pvacances} \cdot \text{groupevacances}_{\text{menage,individu}}^{\text{numero}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupevacances}\} \\ \\ \text{pourcentage}_{\text{groupeprofessionnel}}^{\text{numero}} \cdot \text{pprofessionnel} \cdot \text{groupeprofessionnel}_{\text{menage,individu}}^{\text{numero}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupeprofessionnel}\} \\ \\ \text{pourcentage}_{\text{groupeautres}}^{\text{numero}} \cdot \text{pautres} \cdot \text{groupeautres}_{\text{menage,individu}}^{\text{numero}} \\ \text{avec } \text{numero} \in \{1, \text{nombregroupeautres}\} \end{array} \right]$$

II.4 Satisfaction en matière de transport et équipement automobile des ménages

La détermination de la modalité de réalisation de chaque voyage a été faite au paragraphe précédent en supposant connu l'équipement automobile du ménage.

Le choix effectué à cet égard dans la situation d'offre réelle Δ est déterminé par la maximisation de ce que nous appelons *la satisfaction du ménage*, somme des *satisfactions des individus* qui le composent et d'un terme valant pour le ménage considéré dans son ensemble.

II.4.1 Détermination de la satisfaction des individus

D'un côté, toutes choses égales par ailleurs, la satisfaction des individus représentés par un individu-type est d'autant plus grande que les voyages potentiels de ces individus connaissent un fort pourcentage de réalisation.

D'un autre côté, toujours toutes choses égales par ailleurs, la satisfaction des mêmes individus est d'autant plus faible que la réalisation des voyages potentiels se fait au prix d'importantes dépenses monétaires, d'un long temps passé en transport ou d'instant de trajet inadéquats.

Dans l'hypothèse où le ménage dont ils font partie a un équipement automobile $nombrevehicules_{menage}$, la satisfaction par individu dans la situation d'offre Δ est définie par la formule qui est écrite ici pour des individus actifs :

$$\begin{aligned}
 & satisfaction_{menage,individu}(\Delta, nombrevehicules_{menage}) = \\
 & \xi_{travail} \cdot 245 \cdot \left(\frac{pourcentage_{groupetravail}}{\left[\hat{C}_{groupetravail}(\Psi) - \hat{C}_{groupetravail}(\Delta) \right]} \right) \\
 & + \xi_{weekend} \cdot p_{weekend} \cdot \sum_{numero=1, nombregroupeweekend} \left(\frac{pourcentage_{groupeweekend}^{numero}}{\left[\hat{C}_{groupeweekend}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupeweekend}^{numero}(\Delta) \right]} \right) \\
 & + \xi_{vacances} \cdot p_{vacances} \cdot \sum_{numero=1, nombregroupevacances} \left(\frac{pourcentage_{groupevacances}^{numero}}{\left[\hat{C}_{groupevacances}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupevacances}^{numero}(\Delta) \right]} \right) \\
 & + \xi_{professionnel} \cdot p_{professionnel} \cdot \sum_{numero=1, nombregroupeprofessionnel} \left(\frac{pourcentage_{groupeprofessionnel}^{numero}}{\left[\hat{C}_{groupeprofessionnel}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupeprofessionnel}^{numero}(\Delta) \right]} \right) \\
 & + \xi_{autres} \cdot p_{autres} \cdot \sum_{numero=1, nombregroupeautres} \left(\frac{pourcentage_{groupeautres}^{numero}}{\left[\hat{C}_{groupeautres}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupeautres}^{numero}(\Delta) \right]} \right)
 \end{aligned}$$

où :

- pour alléger la formule, on ne rappelle pas dans le symbole Ψ que l'offre minimale acceptable diffère d'un voyage potentiel à l'autre ;
- les facteurs ξ prennent des valeurs propres à chaque motif de voyage :

$$\xi_{etudes} = 0.70$$

$$\xi_{travail} = 0.70$$

$$\xi_{weekend} = 0.17$$

$$\xi_{vacances} = 0.17$$

$$\xi_{professionnel} = 0.21$$

$$\xi_{autres} = 0.17$$

La forte valeur du facteur relatif aux motifs travail et études, comparée à celle retenue pour les autres motifs, traduit l'importance des voyages considérés dans la vie de l'individu¹⁹.

- les valeurs de *pourcentage* et de $\hat{C}(\Delta)$ dépendent de la situation d'offre et de $nombrevehicules_{menage}$.

II.4.2 Détermination de la satisfaction des ménages

II.4.2.1 Description de l'offre de parkings permanents et d'équipement automobile

Comme on l'a fait plus haut pour les parkings permanents, on peut définir une *immobilisation financière par véhicule automobile*, correspondant aux sommes dépensées le cas échéant par le ménage sur un nombre conventionnel d'années pour l'acquisition, le renouvellement ou le simple maintien en état de marche du véhicule (y compris assurance, carte grise et vignette, mais hors frais directement liés aux kilomètres parcourus) et ramenées à l'année.

¹⁹ Ces valeurs sont néanmoins sensiblement inférieures à celles retenues dans la version de 2006.

Aux caractéristiques d'offre déjà citées plus haut pour la détermination de la modalité de réalisation de chaque voyage potentiel et ci-dessus pour la détermination de la satisfaction des individus, s'ajoute donc la valeur des indicateurs²⁰ d'immobilisation financière par véhicule automobile pour le ménage selon les différentes possibilités d'équipement compte tenu du revenu de ce dernier.

Cette valeur est supposée représentée par la fonction

$$prix_{automobile}(\text{revenu}, \text{nombrevehicules})$$

avec

nombrevehicules = pas de véhicule, un véhicule, deux véhicules, trois véhicules ou plus

- La fonction croît avec le revenu du ménage car – à nombre de voitures particulières donné – un ménage choisira de s'équiper de modèles de véhicules qui sont d'autant plus haut de gamme que son revenu est élevé.
- La fonction prend une valeur évidemment nulle pour les ménages non équipés ; dans le cas contraire, elle décroît avec le nombre des voitures particulières dont le ménage est équipé, car le deuxième ou troisième véhicule d'un ménage est en général de puissance moindre que le premier véhicule.

Il s'ajoute évidemment la valeur des indicateurs²¹ d'immobilisation financière par parking permanent selon les différentes zones de résidence possibles, compte tenu du revenu du ménage et du nombre des voitures particulières dont le ménage est équipé, qui est représentée par la fonction

$$prix_{parking}(\text{revenu}, \text{nombrevehicules}, \text{lieuresidence})$$

²⁰ Nous parlons "d'indicateurs" car les valeurs considérées sont précisées de façon exogène pour un horizon temporel et un contexte socio-économique donnés, quels que soient les ménages qui choisissent de s'équiper d'une ou de plusieurs voitures particulières. Or, selon la situation d'offre, les ménages de revenu donné et équipés d'un nombre donné de voitures particulières ne choisissent pas nécessairement des véhicules de même gamme et le prix d'acquisition des voitures particulières pour ces ménages peut s'en trouver affecté. En outre, en cas de variation des prix des différents modèles, un ménage donné peut compenser la variation en choisissant un modèle plus ou moins haut de gamme ou un véhicule d'occasion plus ou moins ancien plutôt que neuf. La caractéristique d'immobilisation financière prise en compte dans le modèle, supposée indépendante des autres caractéristiques de la situation d'offre, doit plutôt être considérée comme un indicateur du niveau général de la valeur des voitures particulières sur l'ensemble de la gamme, et non comme l'immobilisation financière exacte pour les ménages concernés.

²¹ Là encore, nous parlons "d'indicateurs" car les valeurs considérées sont précisées de façon exogène pour un horizon temporel et un contexte socio-économique donnés, quels que soient les ménages qui choisissent de disposer d'une ou de plusieurs places de parking permanent. Or, selon la situation d'offre, les ménages de revenu donné et équipés d'un nombre donné de voitures particulières ne choisissent pas nécessairement d'acquérir ou de louer des places de parking permanent pour tous leurs véhicules et peuvent laisser ces derniers sur le domaine public pendant la nuit. La caractéristique d'immobilisation financière prise en compte dans le modèle, supposée indépendante des autres caractéristiques de la situation d'offre, doit plutôt être considérée comme un indicateur à la fois de la proportion de places de parking non gratuites à la disposition des ménages et du niveau général de la valeur de ces places dans chaque zone, et non comme l'immobilisation financière exacte pour les ménages concernés.

II.4.2.2 Satisfaction des ménages

D'un côté, toutes choses égales par ailleurs, la satisfaction des ménages d'un segment est d'autant plus grande que la satisfaction des individus qui les composent est elle-même grande.

D'un autre côté, toujours toutes choses égales par ailleurs, la satisfaction des mêmes ménages est d'autant plus faible que la satisfaction des individus est obtenue au prix d'une importante immobilisation financière pour les parkings permanents ou l'équipement automobile. En effet, même si le ménage est propriétaire de son parking et que celui-ci ne lui coûte que les charges courantes, le fait de résider dans une zone de valeur élevée pour les parkings implique d'immobiliser un montant financier important sous forme de patrimoine immobilier, alors que déménager vers une zone de moindre valeur permettrait, en vendant le premier parking et en achetant un autre dans la nouvelle zone, de rendre disponible une partie du montant financier pour le consacrer à autre chose que le parking permanent. Il en est de même de l'équipement automobile ; le fait de posséder un ou plusieurs véhicules implique d'immobiliser un montant financier important lors de l'acquisition ou du renouvellement des véhicules, alors que ne pas tous les acquérir, ne pas tous les renouveler ou même en vendre certains d'occasion permettrait de rendre disponible une partie du montant financier pour le consacrer à autre chose que l'équipement automobile.

Dans l'hypothèse où les ménages du segment ont un équipement automobile $nombrevehicules_{menage}$, la satisfaction par ménage dans la situation d'offre Δ est définie par la formule

$$\begin{aligned} satisfaction_{menage}(\Delta, nombrevehicules_{menage}) &= \\ \sum_{individu=1, nombreindividus_{menage}} & satisfaction_{menage,individu}(\Delta, nombrevehicules_{menage}) \\ - & nombrevehicules_{menage} \cdot prixparking(revenu, nombrevehicules_{menage}, lieuresidence) \\ - & nombrevehicules_{menage} \cdot prixautomobile(revenu, nombrevehicules_{menage}) \end{aligned}$$

où *individu* désigne tous les individus du ménage de plus de 6 ans.

Ainsi, pour les ménages, l'alternative face à l'équipement automobile peut-elle se résumer comme suit :

- ou bien ne pas s'équiper de tous les véhicules qui pourraient être utiles aux individus qui les composent, et donc utiliser un même véhicule pour plusieurs individus ou choisir un autre moyen de transport pour certains trajets ;
- ou bien s'équiper d'un plus grand nombre de véhicules, et supporter une dépense fixe qui peut cependant être plus que compensée pour une ou plusieurs raisons : le nombre des trajets effectués en voiture particulière est assez grand pour que l'économie sur les billets ou les forfaits des transports collectifs compense l'immobilisation financière et le coût d'usage des véhicules, et/ou les voyages des individus des ménages sont réalisés avec un pourcentage plus grand.

II.4.3 Choix de l'équipement automobile

Dans la situation d'offre Δ , les ménages d'un segment et les individus qui les composent font le choix de l'équipement automobile

nombrevehicules

qui conduit à la valeur maximale

$$satisfaction_{max_menage}(\Delta)$$

de la satisfaction par ménage

$$satisfaction_{menage}(\Delta, nombrevehicules) .$$

À ce choix, correspondent également des valeurs

$$satisfaction_{max_{menage, individu}}(\Delta)$$

par individu²².

²² Comme pour l'offre réelle Δ , on peut définir la satisfaction $satisfaction_{max_{menage}}(\Theta)$ que connaîtrait chaque ménage si la situation d'offre était identique à la situation d'offre standard, sachant que tous les voyages potentiels sont alors réalisés :

$$\begin{aligned} satisfaction_{max_{menage, individu}}(\Theta) = & \\ & \xi_{travail} \cdot 245 \cdot (\hat{C}_{groupe travail}(\Psi) - \hat{C}_{groupe travail}(\Theta)) \\ & + \xi_{weekend} \cdot p_{weekend} \cdot \sum_{numero=1, nombre groupe weekend} (\hat{C}_{groupe weekend}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupe weekend}^{numero}(\Theta)) \\ & + \xi_{vacances} \cdot p_{vacances} \cdot \sum_{numero=1, nombre groupe vacances} (\hat{C}_{groupe vacances}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupe vacances}^{numero}(\Theta)) \\ & + \xi_{professionnel} \cdot p_{professionnel} \cdot \sum_{numero=1, nombre groupe professionnel} (\hat{C}_{groupe professionnel}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupe professionnel}^{numero}(\Theta)) \\ & + \xi_{autres} \cdot p_{autres} \cdot \sum_{numero=1, nombre groupe autres} (\hat{C}_{groupe autres}^{numero}(\Psi) - \hat{C}_{groupe autres}^{numero}(\Theta)) \end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned} satisfaction_{max_{menage}}(\Theta) = & \\ & \sum_{individu=1, nombre individus_{menage}} satisfaction_{max_{menage, individu}}(\Theta) \end{aligned}$$

II.5 Répartition des ménages selon les zones de résidence et de travail ou d'études

Nous verrons que les caractéristiques de la population de chaque territoire sont fixées de façon exogène, compte tenu de l'horizon temporel et du contexte socio-économique considérés.

Mais, quand il y a variation de l'horizon temporel, du contexte socio-économique ou de l'offre de transport, un ménage particulier peut changer de lieu de résidence au sein du territoire dans lequel il est supposé résider. Il peut également changer de lieu de séjour pour motif d'études ou de travail²³ et de lieux de séjour pour les autres motifs.

Il est difficile de représenter explicitement les choix effectués en la matière par chaque ménage. La combinatoire serait encore plus grande que pour la concurrence entre la réalisation des voyages potentiels d'un même individu. Mais on peut supposer que, selon la situation considérée, chaque ménage particulier présentera des caractéristiques de lieu de résidence, de lieu de séjour pour motif d'études ou de travail et de lieux de séjour pour les autres motifs qui sont plus ou moins proches de celles de tel ou tel ménage-type et relèvera donc de tel ou tel segment. En cas de variation de la situation, ce ménage peut donc être déplacé d'un segment à un autre.

Nous définirons les règles déterminant les déplacements de ménages entre segments dans le cas particulier d'un territoire au centre duquel on peut identifier une agglomération principale, entourée de communes plus ou moins urbanisées. Nous désignerons ce type de territoire par le terme de région, désignée par R .

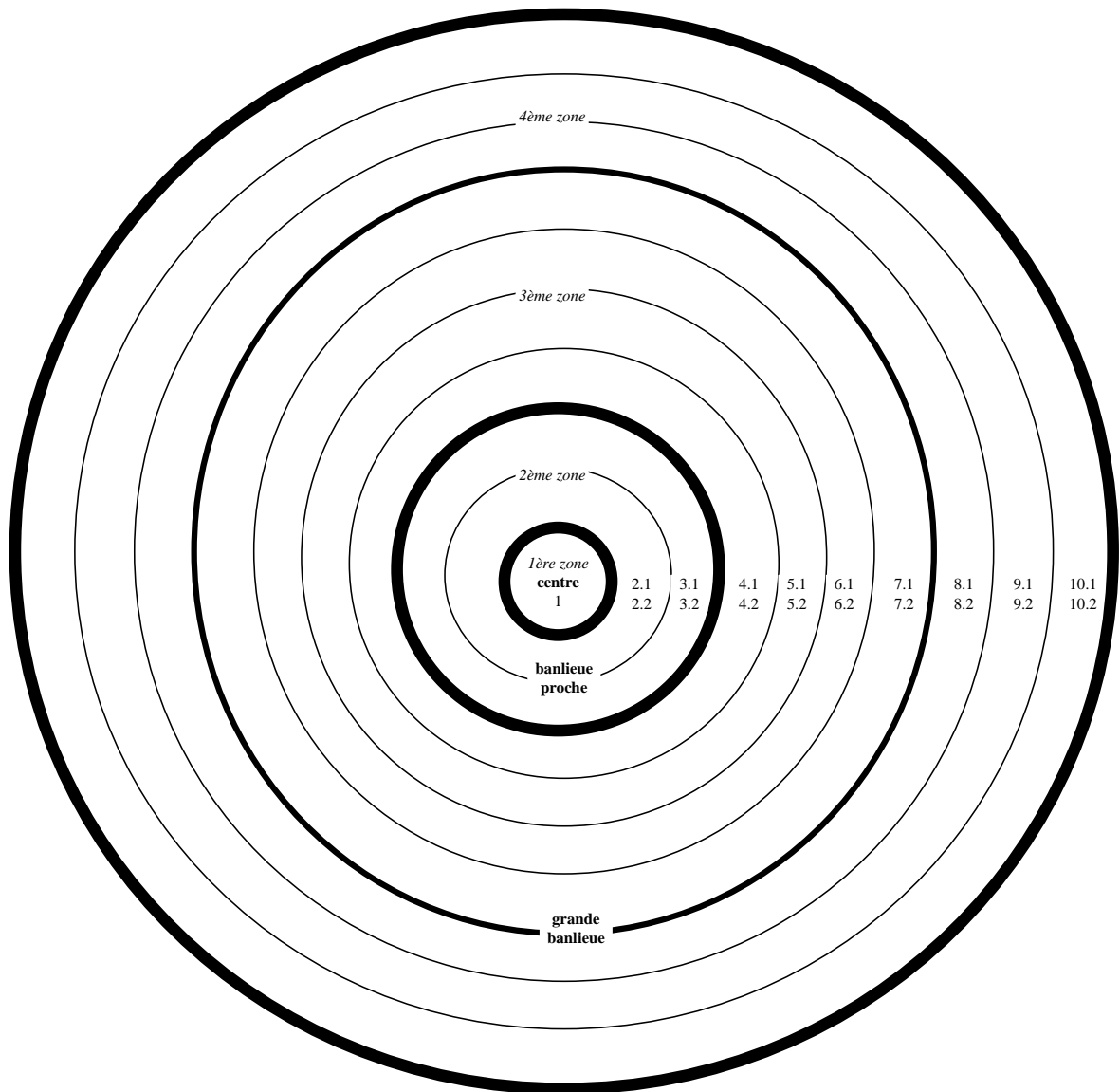
Au sein de la région, on peut distinguer quatre grandes zones de résidence possibles pour les ménages, comme schématisé sur la figure 2 :

- une première zone, constituée par un disque dont le centre coïncide avec celui de l'agglomération ;
- une deuxième zone, constituée par le complément du disque précédent au sein d'un disque de rayon plus grand, dont le centre coïncide également avec celui de l'agglomération ;
- une troisième zone, constituée par le complément du disque précédent au sein d'un disque de rayon plus grand ;
- une quatrième zone, constituée par le complément du disque précédent au sein de la région.

²³ Par définition, le changement éventuel de lieu de séjour pour motif de travail des ménages d'une tranche de revenu donnée ne s'accompagne pas d'une modification importante du revenu du travail pour les individus concernés.

**Figure 2 : Les différentes zones considérées pour l'application du modèle
à la région capitale**

(séparées par le trait le plus mince et désignées par leur numéro : les 19 zones fines considérées en II.5.3 pour la prise en compte de la contrainte du marché foncier, séparées par un trait d'épaisseur intermédiaire et désignées par leur nom en italiques : les 4 zones de résidence privilégiée possibles considérées au paragraphe II.5.1, séparées par le trait le plus épais et désignées par leur nom en caractères droits : les 3 zones retenues pour l'agrégation des résultats de l'application faite dans le chapitre 3)



Des coordonnées du lieu de résidence du ménage-type, se déduit la *zone de résidence* pour chaque segment de ménages au sens du découpage qui vient d'être défini :

$$zoneresidence_{menage}$$

II.5.1 Nombre des ménages dans chaque région selon la tranche de revenu, la composition et la zone de résidence privilégiée

On fait tout d'abord l'hypothèse que, pour des raisons qui lui appartiennent et n'ont rien à voir avec les prix de l'immobilier dans les zones, l'immobilisation financière par parking permanent ou les autres caractéristiques de la situation d'offre, chaque ménage particulier accorde une certaine valeur à résider dans une des quatre zones distinguées au sein de la région, dite *zone de résidence privilégiée*. Cette zone, propre à chaque ménage, est désignée par

$$zoneprivilegiee_{menage}$$

Un indicateur de la valeur accordée à la zone de résidence privilégiée (ou plutôt de la valeur négative de ne pas y résider) est constitué par la fonction

$$desavantagelieuresidence(revenu, zoneresidence, zoneprivilegiee)$$

- La fonction ne prend une valeur non nulle que si la zone de résidence du ménage diffère de la zone privilégiée.
- La fonction croît avec le revenu du ménage comme tout facteur micro-économique de valorisation monétaire.

La population des ménages se distribue du point de vue des zones privilégiées selon une certaine loi, définie lors de chaque application du modèle compte tenu des particularités de la région traitée.

L'ensemble des ménages de tranche de revenu *revenu*, de composition *composition* et de zone de résidence privilégiée *zoneprivilegiee* constitue ce que nous appellerons une classe²⁴, caractérisée par les valeurs prises par ces trois variables.

Le concept de classe diffère de celui de segment dans la mesure où :

- en ce qui concerne le lieu de résidence, la segmentation des ménages est faite non pas en fonction d'un critère de zone privilégiée, mais de la localisation effective du domicile ;
- le nombre de ménages d'une classe dépend certes de l'horizon temporel et du contexte socio-économique, ainsi qu'on le verra, mais reste invariant en cas de modification de l'offre de transport.

²⁴ Le terme de classe n'était pas utilisé dans le rapport de février 2007 et est introduit ici pour de pures raisons formelles.

Mais on peut effectuer une correspondance entre les deux concepts : à chaque classe de composition et de revenu des ménages donnés correspondent les segments dont le ménage-type a la même composition et le même revenu.

Ces segments diffèrent par les lieux de résidence, d'emploi, d'études ou de séjour pour autres motifs de voyage. Concernant le lieu de résidence, comme on l'a dit en II.2.1.3, la segmentation des ménages est telle que, pour chaque combinaison retenue de composition et de tranche de revenu du ménage, il existe au moins quatre segments différents, dont les ménages-type habitent respectivement dans la première, deuxième, troisième et quatrième zone. Concernant les lieux de travail, il a également été dit que, au moins pour l'application du modèle à certaines régions, chaque segment de ménages avait un ou plusieurs jumeaux, présentant exactement les mêmes caractéristiques que lui à l'exception des lieux de travail des actifs.

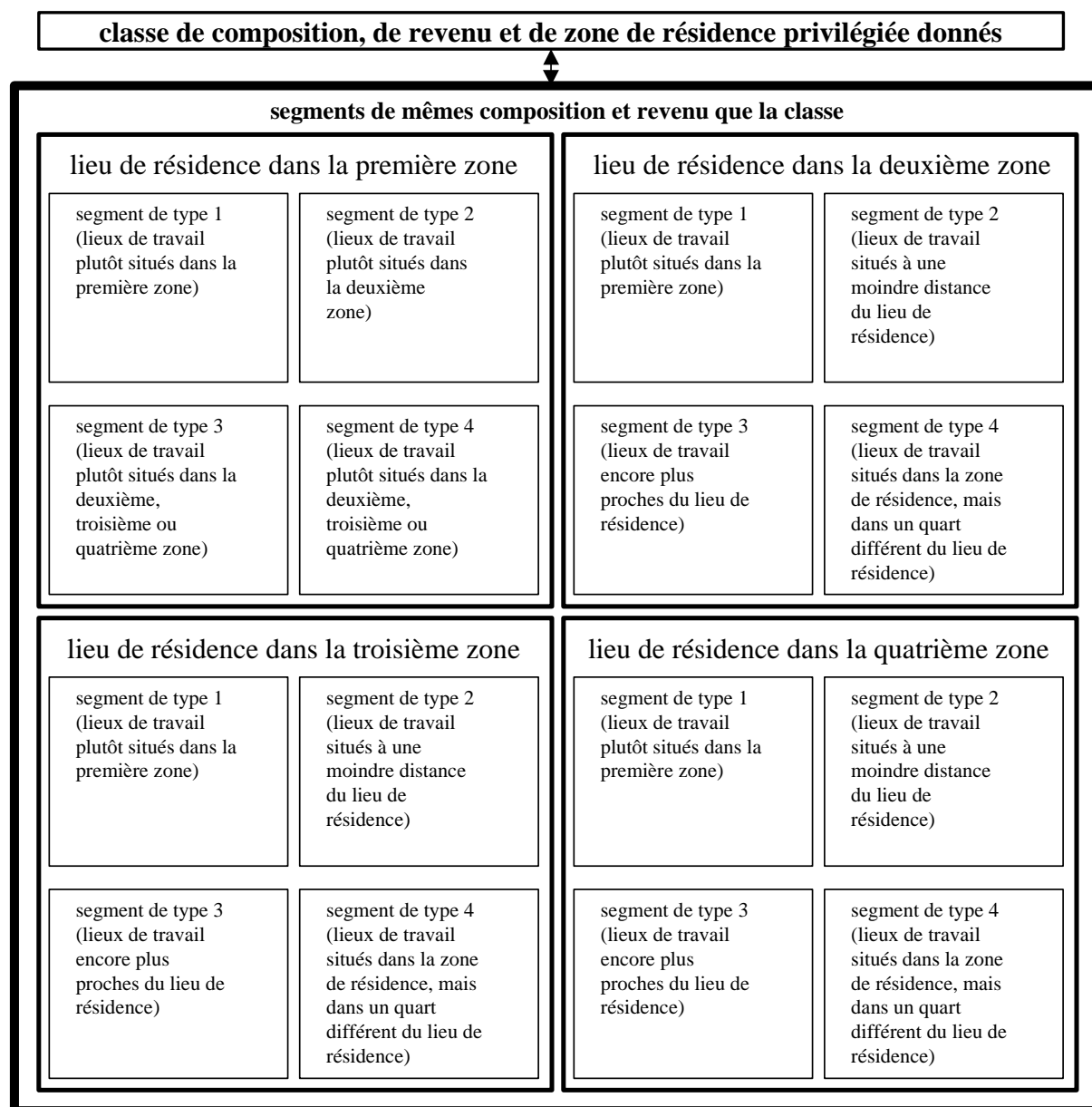
Dans le cas de la région capitale considérée au chapitre 3, par exemple, la population des segments qui correspond à chaque classe peut être schématisée par la figure 3, sachant que l'on représente sur le schéma le cas le plus simple d'une classe correspondant à seize segments, mais que d'autres classes peuvent correspondre à un plus grand nombre de segments (toujours par multiples de seize), de mobilités potentielles différentes non seulement pour le motif travail, mais aussi pour les autres motifs de voyage pour une partie d'entre eux. L'application du modèle présentée au chapitre 3 repose sur 2 536 classes qui comprennent les cas les plus fréquents de combinaisons composition x tranche de revenu du ménage x zone de résidence privilégiée, mais ne couvrent évidemment pas tout le champ du possible ; ces classes correspondent au total à 76 800 segments.

Pour l'horizon temporel H et le contexte socio-économique S considérés, on pose par hypothèse la fonction

$$\pi_{H,S}^R(\text{revenu}, \text{composition}, \text{zoneprivilégiee})$$

donnant pour chaque région R le nombre des ménages de chaque classe.

Figure 3 : Correspondance entre classe et segments



II.5.2 Répartition des ménages selon les segments sans contrainte du marché foncier

D'un côté, toutes choses égales par ailleurs, un ménage particulier d'une classe a d'autant plus de chances d'avoir des caractéristiques de lieu de résidence, de lieu de séjour pour motif d'études ou de travail et de lieux de séjour pour les autres motifs qui sont proches d'un ménage-type d'un des segments correspondant à la classe que la satisfaction par ménage du segment sera élevée, comparativement à celle des autres segments correspondant à la classe²⁵.

D'un autre côté, toujours toutes choses égales par ailleurs, un ménage choisira plutôt de résider dans la zone privilégiée qui lui est propre.

Considérons alors la classe de composition *composition*, de tranche de revenu *revenu* et privilégiant la zone *zoneprivilegiee*, et supposons que le marché foncier n'exerce aucune contrainte et que la capacité en logements de chaque zone est illimitée.

Nous faisons l'hypothèse que dans ces conditions les ménages de cette classe se répartissent - sur l'ensemble des segments correspondant à la classe et repérés par l'indice *menagetype* - au pro rata des valeurs prises par la fonction $proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee,menagetype)$ qui ne dépend que de l'horizon temporel et de l'offre de transport :

$$\begin{aligned}
 & proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee,menagetype) \\
 &= secondeetape(menagetype).typelieutravailletudes_{H,S}(zoneressidence_{menagetype}) \\
 &\cdot \exp \left(10 \cdot \left[\frac{(satisfactionmax_{menagetype}(\Delta) - satisfactionmax_{menagetype}(\Theta))}{satisfactionmax_{menagetype}(\Theta)} \right] \right. \\
 &\quad \left. - desavantagelieuresidence(revenu_{menagetype}, zoneressidence_{menagetype}, zoneprivilegiee) \right)
 \end{aligned}$$

où nous considérerons à titre provisoire que les fonctions $secondeetape(menagetype)$ et $typelieutravailletudes_{H,S}(zoneressidence_{menagetype})$ prennent la valeur de 1.

²⁵ En fait, dans l'application présentée aux chapitres 3 et 4, la valeur de satisfaction retenue dans la formule de répartition des ménages exclut les voyages pour motif professionnel et n'intègre, pour les motifs autres que travail ou études, que les voyages dont les lieux de séjour sont situés à moins de 80km à vol d'oiseau du lieu de résidence du ménage. Prendre en compte tous les voyages potentiels, quel que soit l'éloignement des lieux de séjour par rapport au domicile, impliquerait d'appliquer le modèle sur la base d'un très grand nombre de segments pour limiter les biais affectant la mobilité potentielle à longue distance qui est très dispersée d'un ménage-type à l'autre. Ces biais peuvent devenir non négligeables dans le calcul de la répartition des ménages des classes selon les segments, surtout si l'on souhaite comparer deux situations d'offre de transport et, en particulier, d'offre de transport à longue distance ; c'est ce qui est fait dans le chapitre 4 avec, dans la population des segments pour chaque région, seulement 1 200 configurations différentes quant à la mobilité potentielle à longue distance.

En d'autres termes, si le marché foncier n'exerçait pas de contrainte sur les possibilités de lieux de résidence des ménages, le nombre $nombremenagessanscontrainte_{menagetype}$ de ménages représentés par le ménage $menagetype$ et résidant donc dans la même zone que ce dernier, serait donné par la formule

$$nombremenagessanscontrainte_{menagetype} = \sum_{zoneprivilegiee} \left(\pi_{H,S}^R(revenu_{menagetype}, composition_{menagetype}, zoneprivilegiee) \cdot \left[\frac{proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee, menagetype)}{\sum_{menagetypeprim} proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee, menagetypeprim)} \right] \right)$$

où :

- $zoneprivilegiee$ désigne les quatre classes de ménages auxquelles correspond le segment $menagetype$ et privilégiant respectivement la première, la deuxième, la troisième ou la quatrième zone.
- $menagetypeprim$ désigne tous les segments correspondant à la classe $zoneprivilegiee$.

En supposant exacte l'estimation de la satisfaction des ménages, la validité de la fonction $proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee, menagetype)$ de répartition des ménages selon les segments dépend de la qualité de l'estimation de deux paramètres :

- le facteur multiplicatif de la variation relative de satisfaction en offre réelle par rapport à l'offre standard, ici fixé à la valeur de 10,
- la valeur négative accordée au fait de ne pas résider dans la zone privilégiée.

Considérons par exemple les classes privilégiant la quatrième zone²⁶ dans le cas la région capitale considérée au chapitre 3 pour l'année 1990²⁷ :

- Pour l'ensemble de ces classes, la première zone donne lieu à une valeur moyenne de $10 \cdot \left[\frac{(satisfaction_{max_{menagetype}}(\Delta) - satisfaction_{max_{menagetype}}(\Theta))}{satisfaction_{max_{menagetype}}(\Theta)} \right]$ qui est de - 1.44. La quatrième zone donne lieu à une valeur moyenne de - 2.54, plus forte en valeur absolue que pour la première zone car les conditions de transport vers les lieux de séjour potentiels y sont moins favorables pour un ménage y résidant.
- Pour les mêmes classes, la première zone donne lieu à une valeur moyenne de *desavantagelieuresidence(revenu, zonerésidence, zoneprivilegiee)* qui est de 32.22. La quatrième zone donne lieu à une valeur moyenne nulle.

La valeur moyenne du polynôme entrant dans l'exponentielle de la fonction de répartition des ménages augmente quand on passe de la première à la quatrième zone. Cette augmentation est le solde d'une diminution du terme lié à l'accessibilité des lieux de résidence du point de vue du transport (soit - 1.10) et d'un accroissement du terme lié aux autres attraits que ces lieux peuvent avoir (soit + 32.22). Le rôle de ce dernier terme est nettement dominant.

Nous présenterons au chapitre 4 les résultats obtenus avec des valeurs alternatives de paramètres qui conduisent – toujours dans l'exemple de l'éventualité d'un choix de localisation dans la première ou la quatrième zone pour les classes privilégiant la quatrième zone – à un moindre déséquilibre entre les deux termes : à savoir une diminution de 8.56 pour l'accessibilité en transport et à un accroissement de 53.71 pour les autres caractéristiques d'attrait.

Nous verrons que la comparaison des résultats obtenus avec les deux versions du modèle et des données d'observation disponibles ne permet pas véritablement de trancher sur les poids relatifs des deux termes.

²⁶ En fait, on verra que pour l'application du chapitre 3, on fait l'hypothèse qu'il n'y a aucun ménage privilégiant la quatrième zone. Nous retenons cet exemple ici uniquement parce qu'il donne lieu à des variations relatives de satisfaction importantes.

²⁷ En fait, comme cela sera fait au chapitre 3, les exemples numériques donnés ici portent non pas sur la satisfaction pour tous les voyages potentiels, mais pour les seuls voyages à courte distance de motif non professionnel.

II.5.3 Répartition des ménages selon les segments sous contrainte du marché foncier

Dans un territoire où le nombre des logements construits ou constructibles est limité au moins dans certaines zones - au contraire de ce qui est supposé en II.5.2 -, c'est bien l'ensemble des ménages - quels que soient leur composition, leur revenu et leur zone de résidence privilégiée - qui se retrouvent en concurrence pour l'occupation des logements.

On formule à cet égard deux hypothèses.

- Dans chaque zone, une partie du parc immobilier est réservé aux ménages de bas revenu (logements sociaux ou logements de gardiens en ville, par exemple).
- Au sein du parc immobilier restant, par le mécanisme d'enchères implicites ou explicites qui sous-tend le marché foncier, les ménages de revenu élevé ont la possibilité d'occuper un logement qui est optimal quant aux deux critères de satisfaction et de zone privilégiée, quasiment sans aucune restriction. En revanche, les ménages de revenu moindre doivent se contenter d'un logement qui ne constitue qu'un sous-optimum, compte tenu du parc laissé libre par les ménages de revenu plus élevé.

Pour représenter ce phénomène, on répartit les classes de ménages en vingt-quatre catégories, croisant des critères

- de composition du ménage (un individu étudiant, un individu non étudiant, deux individus, trois individus, quatre individus, cinq individus et plus)
- et de revenu (selon les quartiles de revenu de la population des ménages de la composition considérée)²⁸.

²⁸ Dans les équations, la caractéristique de composition sera désignée sous le nom de *taille* comme c'était le cas dans le rapport de 2007 alors qu'il n'y avait pas de distinction entre les ménages d'une personne étudiante et les autres ménages d'une personne. Par ailleurs, selon la composition du ménage, les tranches de revenu considérées ne correspondent pas toujours exactement à des quartiles, mais à des proportions qui s'en approchent (et qui restent bien sûr inchangées quels que soit l'horizon ou le contexte socio-économique d'application du modèle).

Par ailleurs, on découpe la région en dix-neuf *zones fines*²⁹, schématisées sur la figure 2.

- A la première zone, correspond une seule zone fine, à laquelle on attribue le numéro 1.
- La deuxième zone est découpée en quatre zones fines : pour ce faire, on découpe d'abord la zone en deux couronnes ; puis, parmi tous les lieux de résidence possibles dans la couronne de rayon le plus faible, la zone fine de numéro 2.1 regroupe ceux qui sont le moins éloignés d'un terminal de transport collectif ou d'un échangeur autoroutier ou de voie rapide, et la zone 2.2 regroupe tout le reste de la couronne³⁰ ; de la même façon, au sein de la couronne de rayon le plus fort, la zone fine de numéro 3.1 regroupe tous les lieux de résidence les moins éloignés d'un terminal ou d'un échangeur, et la zone 3.2 regroupe tout le reste de la couronne.
- La troisième zone est découpée en huit zones fines : on découpe la zone en quatre couronnes et, au sein de chacune de ces couronnes, on définit les zones fines de numéros 4.1, 4.2, 5.1, 5.2 ... à 7.2 (dans l'ordre des rayons de couronne croissants) comme pour la deuxième zone.
- La quatrième zone est découpée en six zones fines : on découpe la zone en trois couronnes et, au sein de chacune de ces couronnes, on définit les zones fines de numéros 8.1, 8.2 ... à 10.2 (dans l'ordre des rayons de couronne croissants).

On procède ensuite à l'attribution des vingt-quatre catégories de ménages aux dix-neuf zones fines de résidence sous contrainte du marché foncier, en deux étapes successives.

²⁹ Pour la présentation de l'application du chapitre 3, nous utiliserons également l'expression de zone fine, mais appliquée aux résultats de l'agrégation des zones fines définies ici par couronne, mélangeant tous les types de desserte en transports collectifs, autoroutes et voies rapides.

³⁰ Ces deux zones fines ne sont donc pas compactes au sens topologique du terme. Le découpage est fait de façon telle qu'elles couvrent toutes les deux à peu près la même surface du territoire.

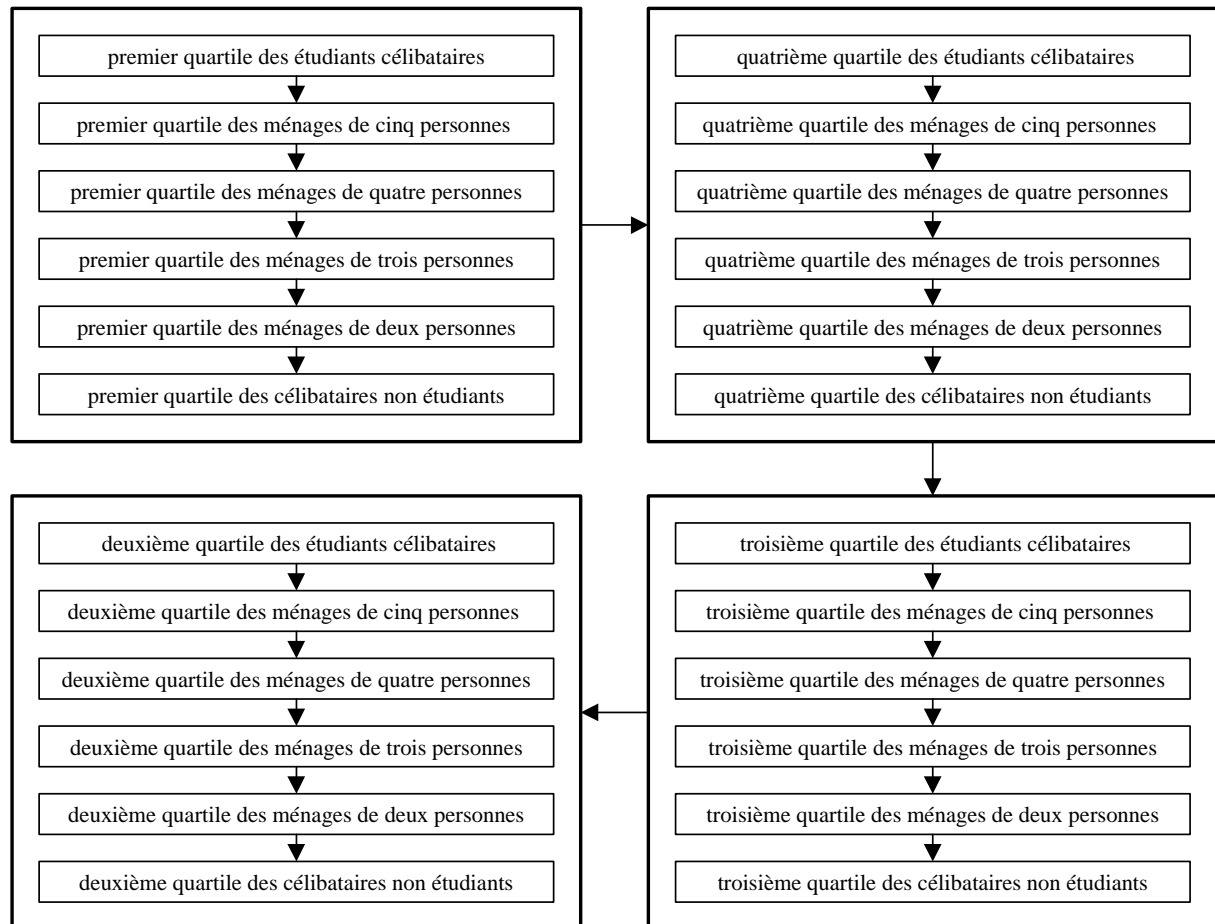
II.5.3.1 Première attribution des ménages aux zones fines de résidence avec localisation provisoire des emplois et des établissements d'études

La première étape du processus d'attribution consiste à partir de la répartition des ménages selon les segments que l'on obtient sans contrainte en donnant aux fonctions $secondeetape(menagetype)$ et $typelieutravailudes_{H,S}(zonerésidence_{menagetype})$ une valeur de 1.

L'ordre des opérations est alors le suivant.

- On traite l'une après l'autre les dix-neuf zones fines en commençant par le centre et en allant dans le sens des rayons de couronne croissants (et en considérant, pour chaque couronne, d'abord la zone fine de numéro x.1 et ensuite celle de numéro x.2) .
- Pour chaque zone fine, comme schématisé sur la figure 4, on considère successivement les vingt-quatre catégories de ménage en commençant par le quartile de revenu le plus bas et les six types de ménages que constituent – dans l'ordre - les ménages d'une personne composés d'un étudiant, puis les ménages de cinq personnes, les ménages de quatre personnes, les ménages de trois personnes, les ménages de deux personnes et enfin les ménages d'une personne non étudiante ; puis en traitant de la même façon le quartile de revenu le plus élevé, puis le quartile de revenu immédiatement inférieur, et enfin le quartile restant.

**Figure 4 : Ordre de traitement des ménages pour une zone fine
lors de la prise en compte de la contrainte exercée par le marché foncier**



Le traitement de chaque couple *quartile x taille* de quartile de revenu et de composition du ménage se fait en supposant que la zone fine *zonefine* offre une capacité de logement $capacite_{zonefine}(quartile, taille)$ (exprimée en nombre de ménages) prenant la forme

$$\begin{aligned}
 & capacite_{zonefine}(quartile, taille) \\
 &= capaciterestante_{zonefine} \cdot partcapacite_{zonefine}(quartile, taille) \\
 & \cdot \left[\frac{demandecourante_{zonefine}(quartile, taille)}{\sum_{quartileprim \times tailleprim} demandecourante_{zonefine}(quartileprim, tailleprim)} \right]^{0.2}
 \end{aligned}$$

où

- $capaciterestante_{zonefine}$ prend une valeur fixée de façon exogène au tout début des opérations ; elle diminue ensuite à mesure que l'on traite les quartiles de revenu et les compositions de ménage, par soustraction de tout ou partie du nombre des ménages attribués à chaque fois à la zone fine.

S'il ne reste quasiment plus de terrains disponibles à la construction dans la zone fine et si le nombre de mètres carrés de logement par mètre carré de terrain ne peut augmenter, on soustrait bien sûr le nombre total des ménages attribués.

Si – compte tenu de l'occupation des terrains et des règlements d'urbanisme en vigueur – il reste des possibilités d'accroissement du nombre de mètres carrés de logement dans la zone fine, on soustrait une fraction seulement du nombre de ménages attribués à la zone fine. On obtient donc pour la zone fine, une fois que tous les couples *quartile x taille* ont été traités, un nombre de ménages qui est d'autant plus grand que la demande de logement est élevée pour la zone sans pour autant atteindre nécessairement le niveau de cette demande. Ainsi traduit-on le fait que les pouvoirs publics et les promoteurs privés auront d'autant plus tendance à construire des logements que le nombre de ménages souhaitant résider dans la zone sera élevé, mais ceci dans certaines limites parce que les possibilités offertes par la zone ne sont pas extensibles à l'infini³¹.

³¹ Cette façon de procéder avant été envisagée dans l'annexe B du rapport de février 2007, mais non retenue car l'on n'était pas parvenu à l'époque à reconstituer l'évolution des localisations des résidences et de la mobilité dans la région capitale de façon aussi satisfaisante que ce qui avait été fait avec la soustraction du nombre total des ménages attribués. Dans la version présente du modèle, au contraire, la soustraction d'une fraction seulement donne de meilleurs résultats pour les zones banlieue proche et grande banlieue, de même que pour toutes les zones de la province.

Dans le premier cas, la grandeur $capaciterestante_{zonefine}$ recouvre bien un véritable concept de capacité, exprimant le nombre maximal de logements restant disponibles au stade considéré des opérations. Il n'en est pas de même dans le second cas, du fait du changement apporté à la façon dont sa valeur diminue au fur et à mesure que l'on traite les couples de quartiles de revenu et de composition ; la grandeur n'a plus que le statut de simple indicateur et les valeurs numériques qui lui sont données au début des opérations ne sont pas directement comparables à celle données dans le premier cas.

- $partcapacite_{zonefine}(quartile, taille)$ est une constante, qui ne varie pas tout au long des opérations.
- $quartileprim \times tailleprim$ désigne l'ensemble des couples de quartile de revenu et de composition de ménage en cours de traitement ou non encore traités pour la zone fine.
- $demandecourante_{zonefine}(quartile, taille)$ est le nombre total des ménages des segments du quartile et de la composition considérés qui résident dans la zone fine, tel qu'il peut être estimé au stade considéré des opérations.

On a :

$$demandecourante_{zonefine}(quartile, taille) = \sum_{menagetype} nombremenagescourant_{menagetype}$$

où $menagetype$ désigne tous les segments résidant dans la zone fine et entrant dans le quartile de revenu et la classe de composition de ménage considérés et $nombremenagescourant_{menagetype}$ est le nombre de ménages du segment $menagetype$ déterminé comme indiqué plus loin. Ainsi traduit-on le fait que si entre deux situations le poids relatif d'un certain type de ménages augmente au sein de la demande totale, le jeu du marché fera que - toutes choses égales par ailleurs - l'offre s'adaptera au profit de ce type de ménage.

Deux cas sont alors possibles.

- Si la demande courante $demandecourante_{zonefine}(quartile, taille)$ est inférieure ou égale à la capacité $capacite_{zonefine}(quartile, taille)$, la totalité des ménages concernés trouve un logement dans la zone fine.
- Dans le cas contraire, les ménages trouvant un logement dans la zone fine est en nombre seulement égal à $capacite_{zonefine}(quartile, taille)$.

Les autres ménages ne peuvent plus alors être considérés comme appartenant à un segment résidant dans cette zone et on fait en sorte qu'ils relèvent désormais d'un segment résidant dans une autre zone fine, non encore traitée.

Pour ce faire, on procède à un regroupement des classes de ménages selon les différentes combinaisons possibles de composition et de tranche de revenu du ménage, en agrégeant les classes correspondantes quelle que soit leur zone de résidence privilégiée³². Pour chaque combinaison de composition et de revenu, les ménages qui n'ont pas pu trouver de logement dans la zone fine en cours de traitement sont transférés³³ dans un des segments de même composition et de revenu, dont le ménage-type réside dans une des autres zones fines non encore traitées. Pour chacune de ces zones fines, la répartition des ménages transférés se fait selon les différents segments possibles au pro rata des nombres de ménages $nombremenagessanscontrainte_{menagetype}$ existant dans chaque segment au tout début des opérations.

Le transfert se fait différemment selon que la zone fine en cours de traitement fait partie de la première, de la deuxième, de la troisième ou de la quatrième zone. On suppose en effet qu'un ménage qui souhaite résider dans une certaine zone (et, au sein de cette zone, dans une certaine zone fine), mais ne le peut pas pour des raisons de capacité, se comportera selon un souhait alternatif qui lui fera préférer :

ou bien l'autre zone fine moins bien desservie en TC ou en autoroutes et voies rapides au sein de la même couronne, dans le cas où la zone fine souhaitée à l'origine est la mieux desservie,

ou bien une autre zone fine restante au sein de la zone souhaitée à l'origine et située dans une couronne qui est limitrophe de celle de la zone fine souhaitée à l'origine, dans le cas où cette dernière zone fine est la moins bien desservie,

ou bien une zone fine d'une autre zone que celle souhaitée à l'origine et, pour la majorité des cas, située dans une couronne de rayon peu différent de celle de la zone fine souhaitée à l'origine.

³² Une autre façon de procéder – dans le cas où la classe dont relèvent les ménages à l'origine privilégie la première zone - aurait pu être de transférer les ménages de la classe vers une classe de même composition et revenu, mais privilégiant les deuxième, troisième ou quatrième zone (selon certaines proportions à définir). On aurait alors fait, pour chaque segment *menagetype* des deuxième, troisième ou quatrième zones, un nouveau calcul de la fonction $proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee,menagetype)$ selon la formule donnée en II.5.2, mais en limitant les modalités possibles de *zoneprivilegiee* aux seules deuxième, troisième et quatrième zones. Cela aurait conduit à de nouvelles valeurs du nombre de ménages $nombremenagessanscontrainte_{menagetype}$, qui se seraient substituées aux valeurs d'origine dans la suite des opérations. On aurait pu faire de même dans les cas où les ménages privilégient à l'origine la deuxième zone en limitant les modalités de *zoneprivilegiee* aux seules troisième et quatrième zones ; ou encore en limitant les modalités de *zoneprivilegiee* à la seule quatrième zone dans les cas où les ménages privilégient à l'origine la troisième zone.

³³ Il s'agit là d'un transfert qui ne se réalise qu'au stade de l'opération en cours et qui n'est pas nécessairement définitif. Certains ménages peuvent faire l'objet de nouveaux transferts vers de nouvelles zones fines aux stades ultérieurs du traitement d'autres zones fines.

Plus précisément, dans le cas de l'application présentée au chapitre 3, la façon de procéder est la suivante³⁴.

Si la zone fine en cours porte le numéro 1, 75 % des ménages sont transférés pour une moitié aux segments résidant dans chacune des zones fines 2.1 et 2.2 (à parts égales pour les deux zones fines), et pour l'autre moitié aux segments résidant dans les zones fines 3.1 et 3.2 (à parts égales pour les deux zones fines) ; les 25 % restant des ménages sont transférés aux segments résidant dans les zones fines 4.1 à 7.2 (à parts égales pour les huit zones fines) ; il n'y a pas de transfert vers les segments résidant dans les zones fines 8.1 à 10.2. La figure 5 schématise ces transferts, en minorant visuellement la part transférée vers la banlieue proche pour des raisons de lisibilité du schéma.

Si la zone fine en cours porte le numéro 2.1, les ménages sont transférés en totalité aux segments résidant dans la zone fine 2.2.

Si la zone fine en cours porte le numéro 2.2, les ménages sont transférés en totalité aux segments résidant dans les zones fines 3.1 et 3.2 (à parts égales pour les deux zones fines).

Si la zone fine en cours porte le numéro 3.1, les ménages sont transférés en totalité aux segments résidant dans la zone fine 3.2.

Si la zone fine en cours porte le numéro 3.2, les ménages sont transférés en totalité aux segments résidant dans les zones fines 4.1 à 7.2 (à part égales pour les huit zones fines) ; il n'y a toujours pas de transfert vers les zones fines 8.1 à 10.2. La figure 6 schématise ces transferts.

Si la zone fine en cours porte le numéro 4.1 (resp. 5.1, 6.1), les ménages sont transférés en totalité aux ménages résidant dans la zone fine 4.2 (resp. 5.2, 6.2).

Si la zone fine en cours porte le numéro 4.2 - resp. 5.2, 6.2 -, les ménages sont transférés en totalité aux ménages résidant dans les zones fines 5.1 et 5.2 - resp. 6.1 et 6.2, 7.1 et 7.2 - (à parts égales pour les deux zones fines).

Si la zone fine en cours porte le numéro 7.1, les ménages sont transférés en totalité aux segments résidant dans la zone fine 7.2.

Si la zone fine en cours porte le numéro 7.2, les ménages sont transférés en totalité aux segments résidant dans les zones fines 8.1 à 10.2 (à part égales pour les six zones fines).

Si la zone fine en cours porte le numéro 8.1 - resp. 9.1 -, les ménages sont transférés en totalité aux ménages résidant dans la zone fine 8.2 - resp. 9.2 -.

Si la zone fine en cours porte le numéro 8.2 - resp. 9.2 -, les ménages sont transférés en totalité aux ménages résidant dans les zones fines 9.1 et 9.2 - resp. 10.1 et 10.2 - (à parts égales pour les deux zones fines).

³⁴ La façon de procéder est décrite ici pour des zones concentriques, mais elle peut s'appliquer à des formes de zones quelconques, pourvu que l'on définisse à priori la hiérarchie des zones et des zones fines dans les préférences des ménages. Par ailleurs, il va de soi que d'autres pourcentages de transfert peuvent être retenus en fonction des caractéristiques d'attrait des zones du territoire auquel on applique le modèle.

Puisque les ménages pris en considération résident par définition dans la région, la capacité des zones fines 10.1 et 10.2 n'est jamais atteinte.

Les valeurs de $\text{nombremenagescourant}_{\text{menagetype}}$ sont incrémentées en conséquence pour les segments menagetype recevant des ménages transférés, sachant qu'au tout début des opérations on a

$$\begin{aligned} & \text{nombremenagescourant}_{\text{menagetype}} \\ &= \text{nombremenagesanscontrainte}_{\text{menagetype}} \end{aligned}$$

Les valeurs prises par $\text{capaciterestante}_{\text{zonefine}}$ au début des opérations et celles de $\text{partcapacite}_{\text{zonefine}}(\text{quartile}, \text{taille})$ dépendent du type de territoire auquel on souhaite appliquer le modèle. A territoire donné, elles restent invariantes quel que soit l'horizon temporel ou le contexte socio-économique. En prospective, toutefois, on peut faire évoluer les valeurs de $\text{capaciterestante}_{\text{zonefine}}$ pour traduire une hypothèse de politique volontariste visant à réguler l'étalement de l'urbanisation.

Nous donnerons au chapitre 3 les valeurs retenues pour différents types de régions.

À la fin des opérations, on obtient les valeurs $\text{nombremenagesaveccontrainte}_{\text{menagetype}}$ du nombre des ménages dans les différents segments, égales aux dernières valeurs en date de $\text{nombremenagescourant}_{\text{menagetype}}$.

Il s'en déduit³⁵ notamment le nombre $\text{nombreindividusresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}}$ (resp. $\text{nombreactifssresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}}$ et $\text{nombreenfantsresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}}$) des individus (resp. des actifs et des enfants) résidant dans chaque zone zoneagregée :

$$\begin{aligned} \text{nombreindividusresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}} &= \sum_{\text{menagetype}} \left(\text{nombremenagesaveccontrainte}_{\text{menagetype}} \cdot \text{nombreindividus}_{\text{menagetype}} \right) \\ \text{nombreactifssresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}} &= \sum_{\text{menagetype}} \left(\text{nombremenagesaveccontrainte}_{\text{menagetype}} \cdot \text{nombreactifs}_{\text{menagetype}} \right) \\ \text{nombreenfantsresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}} &= \sum_{\text{menagetype}} \left(\text{nombremenagesaveccontrainte}_{\text{menagetype}} \cdot \text{nombreenfants}_{\text{menagetype}} \right) \end{aligned}$$

où :

- zoneagregée désigne les quatre zones définies au début du paragraphe II.5.
- menagetype désigne tous les segments résidant dans la zone zoneagregée .

Il s'en déduit également le revenu moyen par unité de consommation $\text{revenuucresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{premiereetape}}$ dans chaque zone.

³⁵ On peut par ailleurs calculer de façon analogue le nombre $\text{nombreindividusresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}}$ (resp. $\text{nombreactifssresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}}$ et $\text{nombreenfantsresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}}$) des individus (resp. des actifs et des enfants) qui résideraient dans chaque zone zoneagregée sans la contrainte imposée par le marché foncier :

$$\begin{aligned} \text{nombreindividusresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}} &= \sum_{\text{menagetype}} \left(\text{nombremenagessanscontrainte}_{\text{menagetype}} \cdot \text{nombreindividus}_{\text{menagetype}} \right) \\ \text{nombreactifssresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}} &= \sum_{\text{menagetype}} \left(\text{nombremenagessanscontrainte}_{\text{menagetype}} \cdot \text{nombreactifs}_{\text{menagetype}} \right) \\ \text{nombreenfantsresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}} &= \sum_{\text{menagetype}} \left(\text{nombremenagessanscontrainte}_{\text{menagetype}} \cdot \text{nombreenfants}_{\text{menagetype}} \right) \end{aligned}$$

ainsi que le revenu moyen par unité de consommation $\text{revenuucresidant}_{\text{zoneagregée}}^{\text{sanscontrainte}}$

Figure 5 : Règles de transfert des ménages qui souhaitent, mais ne peuvent résider dans la zone 1 par insuffisance de capacité

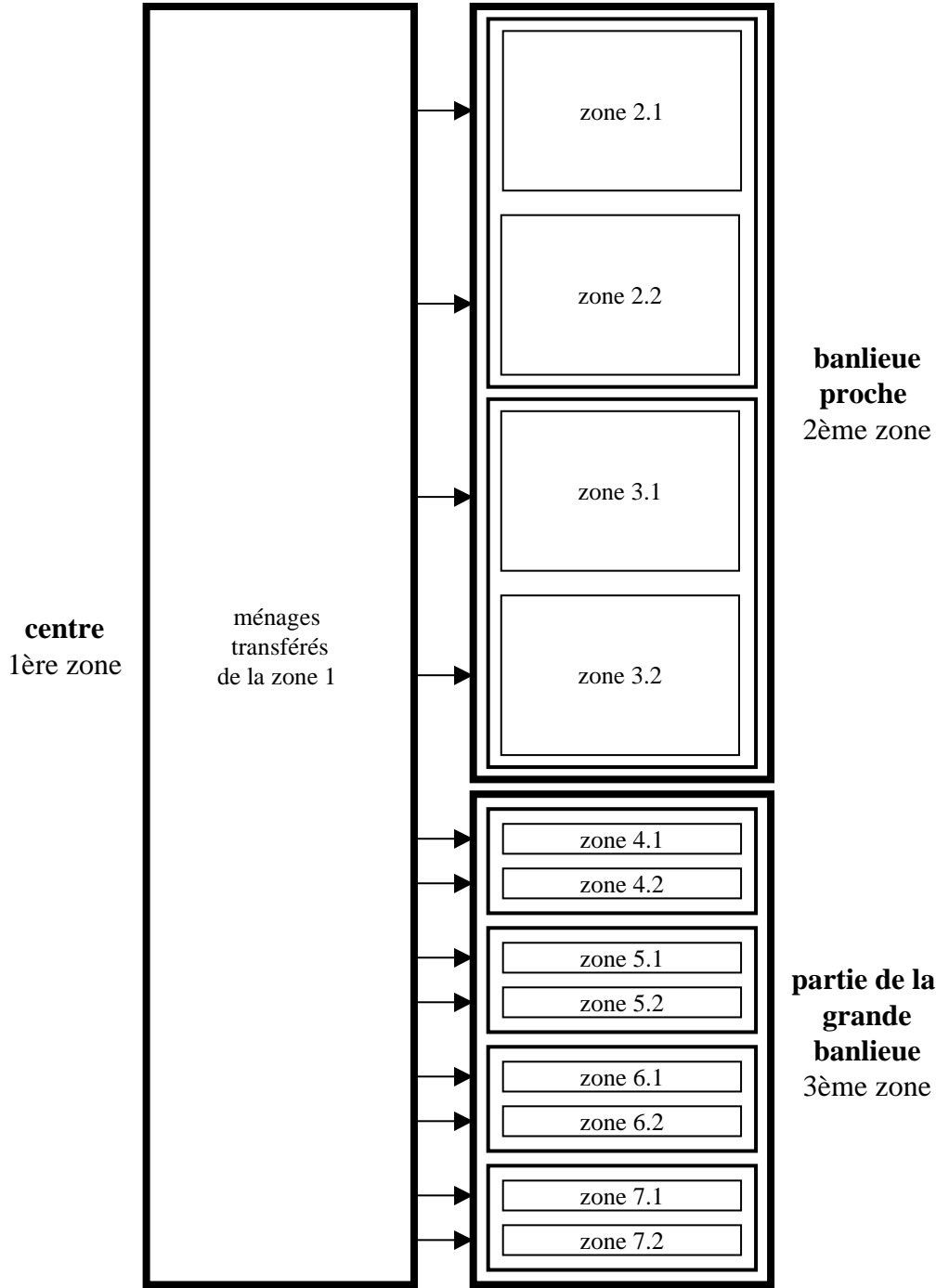
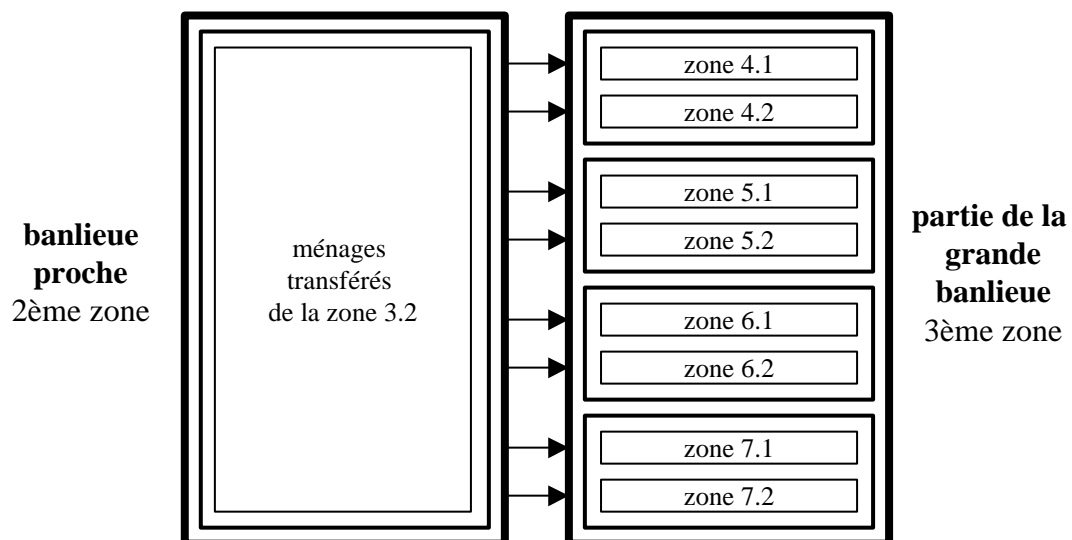


Figure 6 : Règles de transfert des ménages qui souhaitent, mais ne peuvent résider dans la zone 3.2 par insuffisance de capacité



II.5.3.2 Nouvelle attribution des ménages aux zones fines de résidence avec localisation modifiée des emplois et des établissements d'études

En fin de première étape du processus d'attribution, tous les ménages relèvent d'un segment résidant dans une certaine zone fine qui diffère éventuellement de celle du segment auquel ils auraient appartenu sans contrainte exercée par le marché foncier. Or les lieux d'emploi ou d'études du ménage-type d'un segment résidant dans une zone éloignée du centre sont plutôt eux-mêmes plus éloignés du centre que ne le sont ceux d'un ménage-type résidant près du centre. En conséquence, si par exemple l'insuffisance de capacité de logement dans les zones centrales entraîne au fil des ans une augmentation de la proportion de lieux de résidence éloignés du centre, il y aura parallèlement augmentation de la proportion de lieux d'emploi et d'études éloignés du centre. La localisation des emplois et des établissements d'études et son évolution dans le temps ne sont donc, après la première étape, déjà plus les mêmes que celles que l'on aurait obtenues sans contrainte.

Mais deux autres phénomènes ne sont pas pris en compte dans la première étape.

Reprenons l'exemple d'une insuffisance de capacité de logement dans les zones centrales qui entraîne au fil des ans une augmentation de la proportion de lieux de résidence éloignés du centre.

- Dans cet exemple, ainsi que nous l'avons dit, la première étape traduit le fait que l'éloignement des lieux de résidence du centre s'accompagne d'une augmentation du nombre des emplois qui sont tenus par des individus habitant loin du centre et qui sont donc plutôt plus éloignés du centre que ceux tenus par d'autres individus, ainsi que d'une diminution des emplois qui sont tenus par des individus habitant près du centre et qui sont plutôt plus près du centre. Mais on suppose que les individus résidant à l'origine loin du centre et occupant un emploi près du centre conservent cet emploi et qu'il en est de même pour les individus résidant toujours près du centre et occupant eux aussi un emploi près du centre. Or, pour se rapprocher de leur clientèle ou d'une main d'œuvre dont le bassin s'est élargi, il se peut que certaines activités s'éloignent du centre et avec elles les emplois, quel que soit le lieu de résidence des individus qui les occupent.
- Le fonctionnement du marché foncier fait également que les prix des terrains ou de l'immobilier de bureaux augmentent, et ceci d'autant plus - en valeur absolue - que l'on est proche du centre. En conséquence, l'implantation de certaines activités peut se faire plus loin du centre, indépendamment de la façon dont se modifient les lieux de résidence des ménages.

Cependant, les deux phénomènes sont à l'origine de mouvements des activités offrant des emplois qui vont dans le même sens que celui des lieux de résidence des ménages. Il en est de même des mouvements d'établissements d'études et des mouvements d'administrations et d'établissements de services, de commerce ou de loisir.

Une façon simple de prendre en compte ces mouvements est donc de procéder à une nouvelle attribution des ménages aux zones fines, en procédant exactement de la même façon que pour la première étape, mais en donnant à la fonction *secondeetape(menagetype)* de la loi de répartition des ménages d'une classe selon les segments introduite au paragraphe II.5.2, une valeur non plus toujours égale à 1, mais donnée par la formule :

$$secondeetape(menagetype) = \prod_{zoneagregee} \prod_{zoneagregeeprim} \left[\begin{aligned} & \left(\frac{\text{nombreindividusresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}}{\text{nombreindividusresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}} \right)^{\left(\frac{\text{nombrelieux}_{menagetype}^{\text{autres}}(zoneagregeeprim)}{\delta^{\text{autres}}(zoneagregee)} \right)} \\ & \cdot \left(\frac{\text{nombreactifsresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}}{\text{nombreactifsresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}} \right)^{\left(\frac{\text{nombrelieux}_{menagetype}^{\text{travail}}(zoneagregeeprim)}{\delta^{\text{travail}}(zoneagregee)} \right)} \\ & \cdot \left(\frac{\text{nombreenfantsresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}}{\text{nombreenfantsresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}} \right)^{\left(\frac{\text{nombrelieux}_{menagetype}^{\text{etudes}}(zoneagregeeprim)}{\delta^{\text{etudes}}(zoneagregee)} \right)} \\ & \cdot \left(\frac{\text{revenuucresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}}{\text{revenuucresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}} \right)^{\left(\frac{\text{nombrelieux}_{menagetype}^{\text{travail}}(zoneagregeeprim)}{\delta^{\text{revens}}(zoneagregee)} \right)} \end{aligned} \right]$$

où :

- *zoneagregee* désigne les quatre zones définies au début du paragraphe II.5.
- $\text{nombreindividusresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}$ et $\text{nombreindividusresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}$ (resp. $\text{nombreactifsresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}$ et $\text{nombreactifsresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}$, $\text{nombreenfantsresidant}_{zoneagregee}^{sanscontrainte}$ et $\text{nombreenfantsresidant}_{zoneagregee}^{premiereetape}$) sont les nombres des individus (resp. actifs et enfants) résidant dans la zone *zoneagregee*, tels qu'ils ont été successivement obtenus sans contrainte et avec contrainte à la fin de la première étape.

- $revenuucresidant_{zoneagregee}^{sanscontrainte}$ et $revenuucresidant_{zoneagregee}^{premiereetape}$ sont les revenus moyens par unité de consommation des ménages résidant dans la zone $zoneagregee$, tels qu'ils ont été successivement obtenus sans contrainte et avec contrainte à la fin de la première étape³⁶.

- $zoneagregeeprim$ désigne les zones voisines de $zoneagregee$, à savoir :

$$zoneagregeeprim \in \{1,2,3\} \text{ pour } zoneagregee = 1$$

$$zoneagregeeprim \in \{1,2,3\} \text{ pour } zoneagregee = 2$$

$$zoneagregeeprim \in \{2,3,4\} \text{ pour } zoneagregee = 3$$

$$zoneagregeeprim \in \{2,3,4\} \text{ pour } zoneagregee = 4$$

- $nombrelieux_{menagetype}^{autres}(zoneagregeeprim)$ est le nombre de lieux de séjour potentiels de motif autres (resp. $nombrelieux_{menagetype}^{travail}(zoneagregeeprim)$ et $nombrelieux_{menagetype}^{etudes}(zoneagregeeprim)$ pour les motifs travail et études) vers un lieu de séjour appartenant à la $zoneagregeeprim$, cumulé sur l'ensemble des individus du ménage-type sans appliquer la pondération de 245 ou $pautres$ qui permettait en II.2.1.6 et II.3.5 de passer de l'échantillon explicitement considéré à la population annuelle complète des voyages potentiels ou effectivement réalisés.
- $\delta^{autres}(zoneagregee)$ (resp. $\delta^{travail}(zoneagregee)$, $\delta^{etudes}(zoneagregee)$, $\delta^{revenu}(zoneagregee)$) est un exposant dont la valeur dépend de la zone considérée.

Dans l'application présentée au chapitre 3, on a pour la région capitale et celle des aires urbaines de plus de 450 000 habitants :

pour le motif travail

$$\delta^{travail}(1) = 4.000$$

$$\delta^{travail}(2) = 6.000$$

$$\delta^{travail}(3) = 0.300$$

$$\delta^{travail}(4) = 0.160$$

³⁶ Cette variable n'était pas prise en compte dans la version de février 2007. Elle a été introduite pour refléter une augmentation des prix fonciers dans une zone comme le centre de la région capitale au sein de laquelle, au fil des ans, la population des individus ne varie presque pas en nombre, mais évolue sensiblement en structure, notamment du point de vue du revenu des individus par rapport à celui des autres zones.

pour le motif études

$$\delta^{études} (1) = 0.020$$

$$\delta^{études} (2) = 0.040$$

$$\delta^{études} (3) = 0.060$$

$$\delta^{études} (4) = 0.080$$

et pour le motif autres

$$\delta^{autres} (1) = 0.020$$

$$\delta^{autres} (2) = 0.040$$

$$\delta^{autres} (3) = 0.060$$

$$\delta^{autres} (4) = 0.080$$

et pour le revenu par unité de consommation

$$\delta^{revenu} (1) = -4.000$$

$$\delta^{revenu} (2) = -6.000$$

$$\delta^{revenu} (3) = -0.300$$

$$\delta^{revenu} (4) = -0.160$$

On a également pour les deux autres régions :

pour le motif travail

$$\delta^{travail} (1) = 1.000$$

$$\delta^{travail} (2) = 6.000$$

$$\delta^{travail} (3) = 0.300$$

$$\delta^{travail} (4) = 0.160$$

pour le motif études

$$\delta^{études} (1) = 0.020$$

$$\delta^{études} (2) = 0.040$$

$$\delta^{études} (3) = 0.060$$

$$\delta^{études} (4) = 0.080$$

et pour le motif autres

$$\delta^{autres} (1) = 0.020$$

$$\delta^{autres} (2) = 0.040$$

$$\delta^{autres} (3) = 0.060$$

$$\delta^{autres} (4) = 0.080$$

et pour le revenu par unité de consommation

$$\delta^{revenu} (1) = -1.000$$

$$\delta^{revenu} (2) = -6.000$$

$$\delta^{revenu} (3) = -0.300$$

$$\delta^{revenu} (4) = -0.160$$

- La valeur de *secondeetape(menagetype)* est bornée à 10 000.

Ainsi, si par exemple le nombre des actifs résidant dans une certaine zone sous la contrainte du marché foncier – tel que calculé en première étape – est supérieur à celui que l'on aurait sans contrainte, le nombre de ménages dans les segments comprenant des individus occupant un emploi près de la zone sera plus important avec contrainte que sans, y compris pour des segments ne résidant pas dans la zone ; par suite, par rapport à ce que l'on a en première étape, il y a renforcement de l'effet d'augmentation qu'a la contrainte du marché foncier sur le nombre des emplois localisés à proximité de la zone.

De la même façon, il y a – toutes choses égales par ailleurs – renforcement de l'effet qu'a l'accroissement de la contrainte du marché foncier au fil des ans, à savoir un mouvement progressif des emplois vers les zones proches de celles qui voient croître leur poids en termes de population résidente.

II.5.3.3 Modification exogène de la localisation des emplois et des établissements d'études et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail ou d'études

On verra au chapitre 3 qu'au moins pour la région capitale, le mécanisme de la seconde étape décrit dans le paragraphe précédent ne permet pas nécessairement de reproduire la localisation des emplois et l'éloignement des lieux de travail des actifs par rapport à leurs lieux de résidence, tels qu'observés pour un horizon et un contexte socio-économique donnés dans une région comme l'Ile-de-France ; et ceci notamment parce que la structure des lieux de travail retenus pour l'échantillon de segments n'est pas tout à fait adaptée à la région considérée.

Le mécanisme peut ne pas suffire non plus à reconstituer l'évolution de la localisation des emplois et de l'éloignement des lieux de résidence et des lieux de travail au fil des ans :

- parce que la seconde étape ne traduit pas correctement l'effet des variations des prix fonciers pour les locaux d'activités ;
- ou bien, parce que la détermination des nouvelles localisations des emplois est imparfaite ; ainsi observe-t-on en Ile-de-France une tendance des emplois à se localiser plus au sud ou à l'ouest de la région que ne le font les ménages, phénomène que les effets des prix fonciers et des localisations des résidences ne peuvent reproduire dans la seconde étape ;

- ou encore, parce qu'il subsiste certaines autres insuffisances soit dans la formulation théorique du modèle, soit dans son application pratique ; sur ce dernier aspect, on peut penser que, si l'application est faite sur la base d'un nombre insuffisant de classes, la modification des nombres de ménages $\pi_{H,S}^R(\text{revenu}, \text{composition}, \text{zoneprivilegiee})$ selon l'horizon temporel et/ou le contexte socio-économique s'accompagne de changements de structure des lieux de séjour pour motif travail qui ne sont pas totalement maîtrisés.

En conséquence, si l'on souhaite que l'application du modèle reflète une certaine localisation des emplois ou un certain éloignement des lieux de résidence et de travail ainsi que l'évolution de ceux-ci au cours du temps (observée dans le passé ou hypothétique dans le cadre de scénarios prospectifs), il convient de forcer quelque peu la répartition des ménages d'une classe selon les segments qui lui correspondent, en faisant varier – selon le contexte socio-économique et/ou l'horizon temporel - la valeur de la fonction $\text{typelieutravail} \pi_{H,S}(\text{zoneresidence}_{\text{menagetype}})$ que nous avons dans un premier temps supposé toujours égal à 1 dans le paragraphe II.5.2.

- Pour toutes les régions, toutes choses égales par ailleurs, une modification exogène de la valeur de la fonction pour certains segments de ménage-type ayant un certain type de lieu d'emploi privilégiera (resp. pénalisera) ces segments de ménages et favorisera (resp. défavorisera) donc les types d'emploi concernés. Mais cette façon de procéder risque de favoriser ou défavoriser non seulement certains types d'emploi, mais aussi – et dans ce cas de façon non souhaitée - certaines autres caractéristiques de mobilité potentielle des ménages à cause des corrélations inévitables qu'implique le nombre limité de segments considéré.
- Dans le cas de la région capitale (resp. de la région des aires urbaines de plus de 450 000 habitants), on a vu au paragraphe II.2.1.4 que chaque classe correspond à des quadruplets ou des paires de segments représentés par des ménages-type jumeaux, ne différant que par les lieux d'emplois des actifs. Il est préférable pour ces régions de modifier la valeur de la fonction pour les segments de type d'emploi 1, 2, 3 ou 4 (resp. 1 ou 2), privilégiant ou pénalisant ainsi les segments de ménages ayant un lieu de travail du type correspondant, et favorisant ou défavorisant donc les types d'emploi concernés. Cette façon de faire est préférable à la précédente, car on peut faire en sorte que seule la répartition des ménages entre segments de ménages-type « jumeaux » soit forcée, le nombre total de ménages des quatre (resp. des deux) segments jumeaux restant celui déterminé par le modèle avec des valeurs de fonction toutes égales à 1.

De la même façon, il est possible si besoin est de modifier la localisation des établissements d'études et l'éloignement des lieux de résidence et d'études. Cela est fait dans l'application du chapitre 3 pour les trois régions représentatives du reste du pays, par la première méthode listée ci-dessus qui ne fait pas appel au concept de segments de ménages jumeaux.

Nous donnerons une illustration de la méthode dans le chapitre 3.

Chapitre 3

Résultats d'application à un pays tel que la France

Nous donnerons une idée de ce à quoi conduit numériquement la représentation des phénomènes décrite dans les deux premiers chapitres en présentant les résultats de l'application du modèle pour quatre triplets d'horizon temporel, de contexte socio-économique et d'offre de transport (1975, 1990, 2002 et 2007) à un ensemble de régions qui, agrégées d'une certaine façon, forment un pays de caractéristiques proches de celles de la France métropolitaine.

Plus précisément, l'application du modèle est faite successivement pour quatre régions.

La première région, dite région capitale, présente une grande similitude avec l'Ile-de-France et regroupe environ onze millions d'habitants en 2007. Les quatre zones de résidence privilégiée définies au paragraphe II.5 et schématisées sur la figure 2 sont les suivantes :

- la première zone, d'un rayon de 5 km,
- la deuxième zone, d'un rayon maximal de 15 km (par rapport au centre de la région),
- la troisième zone, d'un rayon maximal de 35 km,
- la quatrième zone, d'un rayon maximal de 50 km³⁷.

Pour la présentation de la plupart des résultats de l'application, nous regrouperons les deux dernières zones sous l'intitulé *grande banlieue* comme schématisé sur la figure 2, alors que les deux premières zones seront respectivement désignées par *centre* et *banlieue proche*. Il y a une certaine similitude entre ces trois entités et celles de ville de Paris, petite couronne et grande couronne usuellement distinguées en Ile-de-France.

³⁷ On trouve en Ile-de-France des lieux de résidence qui sont distants de plus de 50 km du centre de Paris, principalement dans les secteurs sud-est et est de la région. La queue de distribution des distances séparant centre et lieux de résidence va donc un peu moins loin dans le cas de la région considérée pour l'application du modèle que dans le cas de la région francilienne. En revanche, il y a au nord de l'Ile-de-France un secteur pour lequel l'éloignement lieux de résidence vis à vis du centre ne dépasse pas 30 km, alors que la distance maximale atteint 50 km dans toutes les directions pour l'application du modèle.

Les trois autres régions sont censées représenter différents types d'aires que l'on trouve en France, hors Ile-de-France.

- La première région représente les aires urbaines de plus de 450 000 habitants. Elle regroupe 900 000 habitants et les zones de résidence privilégiée sont les suivantes :

la première zone, dite zone *centre*, correspond approximativement à la partie centrale de l'agglomération autour de laquelle s'organise l'aire urbaine, d'un rayon de 5 km ;

la deuxième zone, dite zone *banlieue*, correspond à peu près à la couronne enveloppant la partie centrale, d'un rayon de 15 km ;

les troisième et quatrième zones, regroupées pour les résultats sous le nom de *périphérie et rural*, correspondent au reste de la région.

- La deuxième région représente les aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants. Elle regroupe 190 000 habitants et les zones de résidence privilégiée sont les suivantes :

la zone *centre* correspond là encore à la partie centrale de l'agglomération autour de laquelle s'organise l'aire urbaine, mais dans une acception un peu plus large que pour la région précédente, d'un rayon de 5 km ;

la zone *banlieue* correspond à peu près à la couronne enveloppant la partie centrale, moins dense que pour la région précédente, d'un rayon de 15 km ;

les zones regroupées sous le nom *périphérie et rural* correspondent au reste de la région.

- La troisième région représente les aires restantes. Elle regroupe 60 000 habitants et les zones de résidence privilégiée sont les suivantes :

la zone *centre* correspond approximativement à l'agglomération dans sa totalité et à sa périphérie immédiate, jusqu'à un rayon de 5 km par rapport au centre de l'agglomération ;

la zone *banlieue* correspond à peu près à la couronne enveloppant l'agglomération et sa périphérie immédiate, d'un rayon maximal de 15 km ;

les zones regroupées sous le nom *périphérie et rural* correspondent au reste de la région, c'est-à-dire essentiellement des communes rurales.

La présentation de la plupart des hypothèses d'application et des résultats du modèle sera faite ici non pas pour chacune des trois régions, mais pour ce que nous appellerons le *reste du pays* et que, par extension, nous qualifierons également de région. Le reste du pays peut se définir par ce que l'on obtient en agrégeant 18 régions représentatives des aires urbaines de plus de 450 000 habitants, 84 régions représentatives des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants et 275 régions représentatives des autres aires. Ainsi défini, le reste du pays ressemble beaucoup à la France, hors Ile-de-France.

III.1 Hypothèses faites sur le contexte socio-économique et l'offre de transport

III.1.1 Contexte socio-économique

Les tableaux 1 à 6 résument ce à quoi conduisent en moyenne les hypothèses faites sur la fonction $\pi_{H,S}^R(\text{revenu}, \text{composition}, \text{zoneprivilegiee})$ qui traduit les caractéristiques démographiques et de revenu³⁸ pour la région capitale et le reste du pays. Les hypothèses sont formulées indépendamment pour chacune des régions, sous réserve bien sûr de la plausibilité de ce que cela implique à l'échelle de l'ensemble du pays. Cela signifie que la répartition des ménages selon les quatre régions est fixée de façon exogène et que le modèle n'est utilisé ici que pour estimer la distribution des résidences et des emplois selon les différentes zones d'une même région.

³⁸ Rappelons qu'il s'agit du revenu disponible brut, après impôts et prestations sociales comprises.

Tableau 1 : Nombre de ménages selon la taille du ménage et la région de résidence
(valeurs absolues en milliers et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
une personne	région capitale	1 030	1 347	1 560	1 665	+ 62 %
	reste du pays	3 015	4 552	6 464	7 251	+ 140 %
	ensemble	4 045	5 899	8 024	8 916	+ 120 %
deux personnes	région capitale	1 012	1 178	1 269	1 363	+ 35 %
	reste du pays	4 196	5 634	6 459	7 265	+ 73 %
	ensemble	5 208	6 812	7 728	8 628	+ 66 %
trois personnes	région capitale	731	726	706	707	- 3 %
	reste du pays	2 595	2 959	3 046	3 149	+ 21 %
	ensemble	3 326	3 685	3 753	3 856	+ 16 %
quatre personnes	région capitale	554	630	637	653	+ 18 %
	reste du pays	2 616	2 954	2 926	3 022	+ 16 %
	ensemble	3 170	3 584	3 563	3 675	+ 16 %
cinq personnes et +	région capitale	384	335	337	346	- 10 %
	reste du pays	2 313	1 651	1 339	1 307	- 43 %
	ensemble	2 697	1 986	1 677	1 653	- 39 %
tous ménages	région capitale	3 710	4 216	4 510	4 734	+ 28 %
	reste du pays	14 735	17 750	20 235	21 994	+ 49 %
	ensemble	18 446	21 966	24 745	26 728	+ 45 %

Tableau 2 : Nombre d'individus selon la catégorie et la région de résidence
(valeurs absolues en milliers et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
enfants en bas âge	région capitale	819	558	544	621	- 24 %
	reste du pays	3 467	3 353	3 289	3 725	+ 7 %
	ensemble	4 286	3 911	3 833	4 346	+ 1 %
enfants	région capitale	1 781	2 049	2 084	2 075	+ 17 %
	reste du pays	9 062	8 319	8 010	7 867	- 13 %
	ensemble	10 843	10 367	10 093	9 942	- 8 %
étudiants	région capitale	389	560	660	681	+ 75 %
	reste du pays	1 055	1 534	1 896	2 051	+ 94 %
	ensemble	1 444	2 094	2 556	2 731	+ 89 %
actifs	région capitale	4 403	4 541	4 798	5 082	+ 15 %
	reste du pays	15 644	17 063	18 178	19 884	+ 27 %
	ensemble	20 048	21 604	22 977	24 967	+ 25 %
non-actifs	région capitale	821	1 168	1 006	993	+ 21 %
	reste du pays	5 987	7 712	7 584	7 839	+ 31 %
	ensemble	6 808	8 879	8 590	8 832	+ 30 %
retraités	région capitale	1 166	1 200	1 360	1 401	+ 20 %
	reste du pays	6 006	6 786	7 966	8 488	+ 41 %
	ensemble	7 172	7 986	9 326	9 890	+ 38 %
tous individus (hors enfants en bas âge)	région capitale	8 561	9 518	9 908	10 233	+ 20 %
	reste du pays	37 755	41 413	43 634	46 129	+ 22 %
	ensemble	46 316	50 931	53 542	56 362	+ 22 %

Tableau 3 : Nombre de ménages et d'individus de plus de 6 ans selon le revenu du ménage et la région de résidence
(valeurs absolues en milliers et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
ménages						
- de 25 k€	région capitale	1 195	960	1 033	1 066	- 11 %
	reste du pays	6 755	6 904	6 816	7 507	+ 11 %
	ensemble	7 950	7 864	7 849	8 573	+ 8 %
25 à 40 k€	région capitale	1 418	1 672	1 498	1 636	+ 15 %
	reste du pays	5 088	5 827	6 723	6 834	+ 34 %
	ensemble	6 506	7 499	8 221	8 470	+ 30 %
+ de 40 k€	région capitale	1 097	1 585	1 979	2 032	+ 85 %
	reste du pays	2 892	5 018	6 696	7 653	+ 165 %
	ensemble	3 989	6 603	8 674	9 685	+ 143 %
individus (hors enfants en bas âge)						
- de 25 k€	région capitale	1 905	1 405	1 509	1 578	- 17 %
	reste du pays	12 757	11 211	9 986	10 688	- 16 %
	ensemble	14 662	12 616	11 494	12 266	- 16 %
25 à 40 k€	région capitale	3 346	3 303	2 734	2 876	- 14 %
	reste du pays	16 619	14 802	14 145	13 735	- 17 %
	ensemble	19 965	18 105	16 880	16 611	- 17 %
+ de 40 k€	région capitale	3 310	4 809	5 665	5 778	+ 75 %
	reste du pays	8 378	15 400	19 503	21 706	+ 159 %
	ensemble	11 688	20 209	25 168	27 484	+ 135 %

Tableau 4 : Caractéristiques de revenu des ménages
(valeurs absolues et taux d'évolution)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
valeur moyenne du revenu par ménage (€) selon la région de résidence					
région capitale	37 629	43 460	46 519	47 811	+ 27 %
reste du pays	31 433	35 824	37 786	38 586	+ 23 %
ensemble	32 679	37 290	39 378	40 219	+ 23 %
rapport du revenu moyen du dernier quartile au revenu moyen du premier quartile (ménages ordonnés selon le revenu) selon la région de résidence					
région capitale	5.77	4.59	5.76	5.87	+ 2 %
reste du pays	6.00	4.85	4.84	5.11	- 15 %
ensemble	6.10	4.90	5.07	5.33	- 13 %
valeur moyenne du revenu par ménage selon la taille du ménage (€ ensemble des deux régions)					
une personne	16 278	19 642	21 695	22 316	+ 37 %
deux personnes	26 361	31 670	35 450	36 453	+ 38 %
trois personnes	36 814	44 434	49 472	51 071	+ 39 %
quatre personnes	45 460	55 948	62 563	65 566	+ 44 %
cinq personnes et +	49 360	62 062	70 235	74 774	+ 51 %

Tableau 5 : Nombre de ménages et d'individus de plus de 6 ans selon le revenu par unité de consommation du ménage et la région de résidence
(valeurs absolues en milliers et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
ménages						
- de 14 k€	région capitale	1 537	921	1 144	1 140	- 26 %
	reste du pays	9 401	6 280	5 117	5 324	- 43 %
	ensemble	10 938	7 201	6 261	6 463	- 41 %
14 à 27 k€	région capitale	1 160	1 502	1 116	1 199	+ 3 %
	reste du pays	3 622	8 507	10 358	10 822	+ 199 %
	ensemble	4 782	10 009	11 474	12 021	+ 151 %
+ de 27 k€	région capitale	1 014	1 793	2 249	2 396	+ 136 %
	reste du pays	1 712	2 963	4 760	5 848	+ 242 %
	ensemble	2 725	4 755	7 010	8 244	+ 203 %
individus (hors enfants en bas âge)						
- de 14 k€	région capitale	3 665	2 357	2 408	2 371	- 35 %
	reste du pays	25 330	16 159	12 197	11 877	- 53 %
	ensemble	28 995	18 516	14 605	14 248	- 51 %
14 à 27 k€	région capitale	2 594	3 074	2 612	2 725	+ 5 %
	reste du pays	8 350	17 394	19 802	20 099	+ 141 %
	ensemble	10 945	20 467	22 415	22 825	+ 109 %
+ de 27 k€	région capitale	2 302	4 087	4 888	5 137	+ 123 %
	reste du pays	4 074	7 860	11 635	14 152	+ 247 %
	ensemble	6 376	11 947	16 523	19 289	+ 203 %

Tableau 6 : Caractéristiques de revenu par unité de consommation des ménages et des individus de plus de 6 ans
(valeurs absolues et taux d'évolution)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
valeur moyenne du revenu par unité de consommation (€) selon la région de résidence					
région capitale	19 501	23 500	25 761	26 695	+ 37 %
reste du pays	15 053	18 524	20 858	21 662	+ 44 %
ensemble	15 892	19 445	21 750	22 557	+ 42 %
rapport du revenu moyen par u.c. du dernier quartile au revenu moyen par u.c. du premier quartile (ménages ordonnés selon le revenu par u.c.) selon la région de résidence					
région capitale	3.99	3.15	4.13	4.31	+ 8 %
reste du pays	3.81	3.35	3.29	3.41	- 10 %
ensemble	3.97	3.42	3.51	3.64	- 8 %
valeur moyenne du revenu par unité de consommation selon la catégorie de l'individu (en attribuant à chaque individu le revenu par u.c. du ménage dont il fait partie) (€ ensemble des deux régions)					
enfants	15 871	19 651	22 044	22 878	+ 44 %
étudiants	12 750	16 489	17 307	17 809	+ 40 %
actifs	16 300	19 971	22 565	23 502	+ 44 %
non-actifs	16 188	18 732	20 359	21 023	+ 30 %
retraités	15 025	19 318	21 975	22 668	+ 51 %

Les hypothèses faites traduisent des tendances démographiques et économiques qui sont proches de celles qui ont été observées de 1975 à 2007 respectivement en Ile-de-France et dans le reste de la France.

III.1.2 Offre de transport

Il serait trop long d'entrer dans le détail des hypothèses faites sur l'offre de transport. Il suffit de préciser que :

- les hypothèses d'évolution des prix de transport sont faites par région pour les déplacements à courte distance et pour l'ensemble du pays pour ceux à longue distance,
- Pour les déplacements à courte distance, les hypothèses de variation des temps de parcours pour chaque mode et celles de variation de la couverture géographique et de la fréquence des services de transport collectif sont formulées en moyenne pour chacune des six grandes relations origine-destination existant entre les zones centre, banlieue proche et grande banlieue pour la région capitale (resp. centre, banlieue et périphérie et rural pour les trois autres régions),
- Pour les déplacements à longue distance, les hypothèses de variation des temps de parcours pour chaque mode (due notamment à l'extension des réseaux autoroutiers et de T.G.V.) et celles de variation de la couverture géographique et de la fréquence des services du train et de l'avion sont formulées en fonction de la distance origine-destination et du fait que l'origine (ou la destination) de la relation considérée est ou non localisée dans la région capitale.

Les tableaux 7 à 9 donnent une idée de ce à quoi conduisent les hypothèses faites³⁹.

Les valeurs indiquées sont des moyennes qui ont été obtenues en sortie du modèle pour les résidents de la région et le couple d'horizon temporel et de contexte socio-économique considérés et dont l'évolution d'une année sur l'autre résulte certes avant tout des hypothèses faites sur l'offre de transport, mais aussi pour une part de l'évolution de la structure de la demande de transport sur la période considérée⁴⁰.

Les figures 7 à 9 reprennent les valeurs des tableaux pour l'ensemble du pays et l'ensemble de la mobilité, exprimées en indice (base 1 en 1990) et les juxtaposent à celles que l'on peut tirer année par année des comptes de transports de la nation.

A l'exception de l'augmentation du prix des transports collectifs qui est plus forte sur les périodes 1990-2002 et 2002-2007, les hypothèses faites traduisent là encore des tendances d'évolution du niveau de service qui sont proches de celles observées en France de 1975 à 2007.

³⁹ Les valeurs retenues pour la disposition d'un parking permanent et pour l'équipement automobile sont sensiblement inférieures à celles indiquées dans le rapport de février 2007, car elles reposent sur des hypothèses de durée d'amortissement plus longues.

⁴⁰ En particulier, la variation des vitesses moyennes intègre celle des distances de trajet et ne résulte donc pas seulement d'une modification du niveau de service offert par le moyen de transport considéré.

Tableau 7 : Indicateurs d'offre de transport pour l'équipement automobile
(€an, valeurs absolues et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
immobilisation financière moyenne de parking permanent par voiture particulière						
capitale	centre	291	590	752	916	+ 215 %
	banlieue proche	159	256	257	261	+ 64 %
	grande banlieue	122	133	138	138	+ 13 %
	toutes zones	171	258	266	272	+ 59 %
reste du pays		116	133	160	160	+ 38 %
ensemble du pays		127	157	179	179	+ 41 %
immobilisation financière moyenne d'équipement automobile par voiture particulière						
capitale		1 548	1 447	1 217	1 197	- 23 %
reste du pays		1 540	1 408	1 192	1 164	- 24 %
ensemble du pays		1 541	1 416	1 196	1 170	- 24 %

**Tableau 8 : Indicateurs d'offre de transport pour les trajets de moins de 100 km
selon la région de résidence**
(valeurs absolues et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
prix moyen par voy x km (€)						
transports collectifs (y.c. forfaits du type Carte Orange, hors part payée par l'employeur)	capitale	0.051	0.051	0.058	0.061	+ 20 %
	reste pays	0.050	0.046	0.069	0.075	+ 50 %
	ensemble	0.050	0.047	0.065	0.070	+ 40 %
voiture particulière (hors amortissement du véhicule et stationnement)	capitale	0.102	0.106	0.106	0.120	+ 18 %
	reste pays	0.099	0.106	0.108	0.125	+ 26 %
	ensemble	0.100	0.106	0.107	0.124	+ 24 %
vitesse moyenne par voy x km (km/h)						
transports collectifs (y.c. parcours terminaux)	capitale	18.43	20.10	20.60	20.84	+ 13 %
	reste pays	13.32	15.44	18.55	19.50	+ 46 %
	ensemble	14.95	16.92	19.28	19.94	+ 33 %
voiture particulière (y.c. parcours terminaux à pied et recherche d'une place de stationnement)	capitale	28.76	32.35	32.34	31.48	+ 9 %
	reste pays	29.34	37.60	41.04	39.96	+ 36 %
	ensemble	29.24	36.58	39.34	38.34	+ 31 %

**Tableau 9 : Indicateurs d'offre de transport pour les trajets de 100 à 1000 km
selon la région de résidence**
(valeurs absolues et taux d'évolution)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
prix moyen par voy x km (€)						
train (y.c. parcours terminaux)	capitale	0.062	0.067	0.081	0.083	+ 34 %
	reste pays	0.063	0.070	0.085	0.088	+ 40 %
	ensemble	0.063	0.068	0.083	0.086	+ 37 %
avion (y.c. parcours terminaux)	capitale	0.197	0.136	0.120	0.138	- 30 %
	reste pays	0.196	0.126	0.124	0.137	- 30 %
	ensemble	0.196	0.128	0.123	0.137	- 30 %
voiture particulière (hors amortissement du véhicule et stationnement)	capitale	0.097	0.099	0.092	0.105	+ 8 %
	reste pays	0.067	0.084	0.091	0.104	+ 55 %
	ensemble	0.075	0.088	0.091	0.104	+ 39 %
vitesse moyenne par voy x km (km/h)						
train (y.c. parcours terminaux)	capitale	97.69	107.41	120.41	123.76	+ 27 %
	reste pays	70.60	90.44	101.88	107.27	+ 52 %
	ensemble	81.02	97.67	109.59	114.10	+ 41 %
avion (y.c. parcours terminaux)	capitale	224.45	229.69	229.91	234.75	+ 5 %
	reste pays	212.10	205.53	212.60	206.59	- 3 %
	ensemble	215.62	211.46	216.25	211.92	- 2 %
voiture particulière	capitale	72.68	80.30	87.29	86.07	+ 18 %
	reste pays	76.92	85.12	88.98	88.61	+ 15 %
	ensemble	75.79	83.87	88.65	88.16	+ 16 %

Figure 7 : Indices de prix de l'équipement automobile
(indice du prix des voitures neuves pour les observations, immobilisation financière
moyenne par voiture particulière pour le modèle)

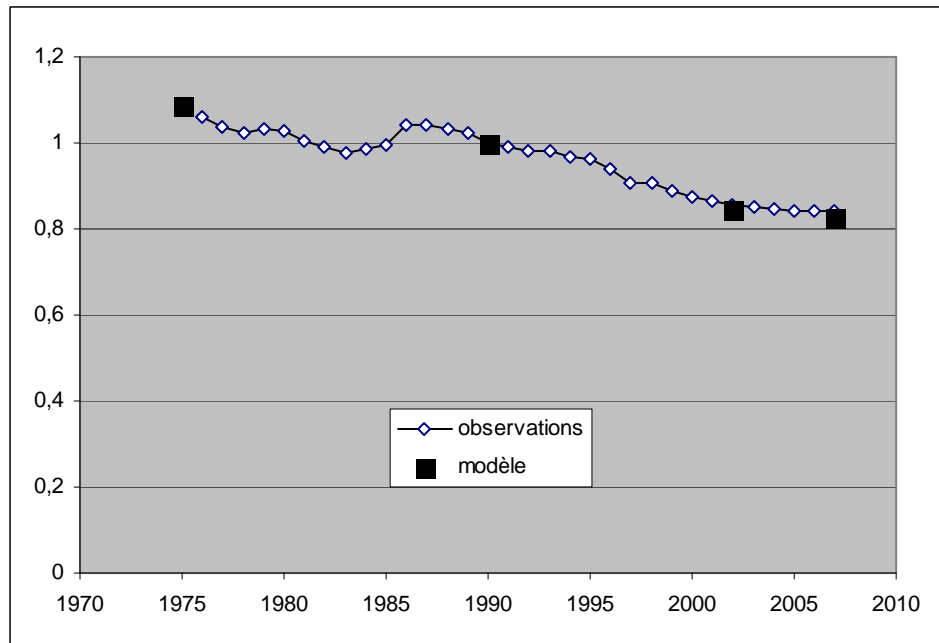


Figure 8 : Indices de prix des transports collectifs, hors avion
(dépense moyenne par voy x km pour les observations comme pour le modèle)

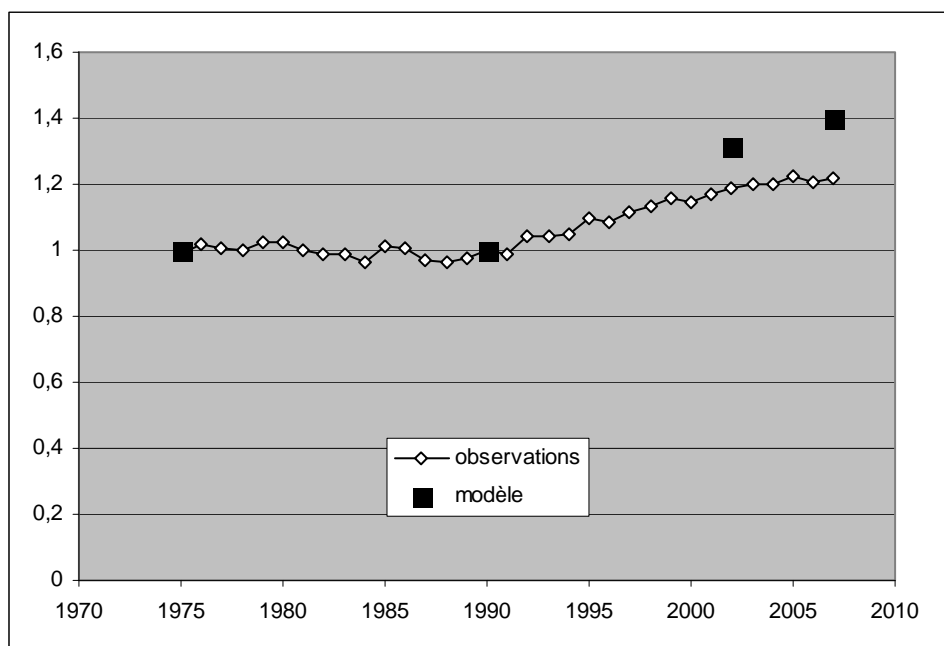
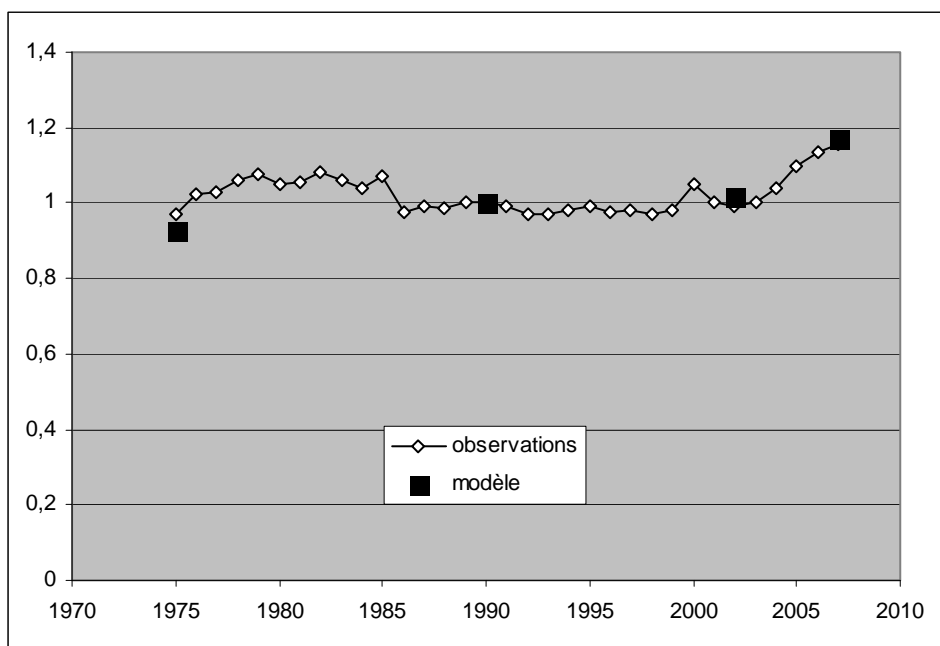


Figure 9 : Indices de prix de l'usage de la voiture particulière
(dépense moyenne par voy x km pour les observations comme pour le modèle)



III.2 Résultats de localisation des résidences et des activités

III.2.1 Hypothèses faites sur le fonctionnement du marché foncier

Le tableau 10 indique pour chaque région l'hypothèse retenue quant à la loi de distribution des ménages selon les zones de résidence privilégiées. Il n'est fait aucune hypothèse de corrélation de cette distribution et des autres caractéristiques des ménages.

Tableau 10 : Loi de distribution des ménages selon la zone de résidence privilégiée

région capitale				
centre	zone fine 1	62 %		
banlieue proche	zones fines 2 à 3	29 %		
grande banlieue	zones fines 4 à 7	9 %		
	zones fines 8 à 10	0 %		
reste du pays				
		plus de 450 000 habitants	80 000 à 450 000 habitants	autres aires
centre	zone fine 1	50 %	50 %	50 %
banlieue	zones fines 2 à 3	25 %	25 %	25 %
périphérie et rural	zones fines 4 à 7	25 %	25 %	25 %
	zones fines 8 à 10	0 %	0 %	0 %

La fonction retenue pour le désavantage de ne pas résider dans sa zone privilégiée conduit aux valeurs moyennes données dans le tableau 11⁴¹.

Tableau 11 : Valeur moyenne du désavantage causé à un ménage par le fait de résider dans telle ou telle zone, selon la tranche de revenu du ménage*

	<i>zonerésidence = zoneprivilégiée</i>	<i>zonerésidence ≠ zoneprivilégiée</i>
- de 25 k€	0	24.39
25 à 40 k€	0	31.67
+ de 40 k€	0	36.64
tous ménages	0	31.88

* moyennes calculées dans le cas de la région capitale pour 1990

Le tableau 12 donne pour chaque zone fine de chaque région les valeurs retenues pour l'application du modèle dans les opérations d'attribution des ménages aux zones sous contrainte du marché foncier (voir II.5.3) : d'abord la caractéristique de capacité $capaciterestante_{zonefine}$ au début des opérations, puis la fraction du nombre des ménages attribués à la zone fine qui est soustraite de la valeur de capacité en cours au fur et à mesure que sont traités les couples de quartile de revenu et de composition du ménage.

On voit que l'hypothèse d'une zone saturée pour ce qui est du nombre de logements dès 1975 n'est retenue que pour la zone centre de la région capitale.

Pour les autres zones fines de la région capitale comme pour toutes celles du reste du pays, on suppose qu'il reste toujours une certaine possibilité d'augmentation du nombre de mètres carrés de logement si la demande le justifie d'un point de vue social ou économique.

Les valeurs retenues pour $partcapacite_{zonefine}(quartile, taille)$ sont précisées dans les tableaux 13.1 à 13.4. La validation de ces valeurs n'a été faite jusqu'à présent que par comparaison des résultats du modèle appliqué aux cas présentés dans ce chapitre et de ce qui a été observé en France, et plus particulièrement en Ile-de-France, avec des valeurs de demande correspondant successivement aux années 1975, 1990, 2002 et 2007. Il est bien évident que cela ne suffit pas à estimer correctement chacune d'entre elles. Certaines même n'ont aucune influence sur le résultat d'attribution des ménages aux zones quand elles conduisent à une capacité toujours supérieure à la demande pour les couples concernés de quartile de revenu et de composition du ménage ; leur mention dans les tableaux est donc à ignorer.

⁴¹ Les valeurs indiquées sont nettement supérieures à celles mentionnées dans le rapport de février 2007. Ces dernières valeurs étaient en fait erronées et ne correspondaient pas à celles qui ont été effectivement retenues à l'époque pour l'application du modèle et qui étaient du même ordre de grandeur que celles retenues ici.

Tableau 12 : Caractéristique de capacité *capaciterestante_{zonefine}* au début des opérations, selon la région de résidence et la zone fine
(en milliers de ménages) et fraction soustraite du nombre de ménages attribués
(entre parenthèses)

région capitale				
centre	zone fine 1	1 100 (1)		
banlieue proche	zones fines 2.1,2.2	338 (9/10)		
	zones fines 3.1,3.2	548 (9/10)		
grande banlieue	zones fines 4.1,4.2	50 (1/2)		
	zones fines 5.1,5.2	50 (1/2)		
	zones fines 6.1,6.2	50 (1/2)		
	zones fines 7.1,7.2	45 (1/2)		
	zones fines 8.1,8.2	45 (1/2)		
	zones fines 9.1,9.2	45 (1/2)		
	zones fines 10.1,10.2	∞		
reste du pays				
		plus de 450 000 habitants	80 000 à 450 000 habitants	autres aires
centre	zone fine 1	97 (2/3)	24 (2/3)	10 (2/3)
banlieue	zones fines 2.1,2.2	19 (1/2)	7 (1/2)	2 (1/2)
	zones fines 3.1,3.2	19 (1/2)	7 (1/2)	2 (1/2)
périphérie et rural	zones fines 4.1,4.2	8 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)
	zones fines 5.1,5.2	8 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)
	zones fines 6.1,6.2	8 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)
	zones fines 7.1,7.2	8 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)
	zones fines 8.1,8.2	8 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)
	zones fines 9.1,9.2	8 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)
	zones fines 10.1,10.2	∞	∞	∞

Tableau 13.1 : Valeur de $partcapacite_{zonefine}(quartile, taille)$ selon la zone fine, le quartile de revenu et la composition du ménage (région capitale)

		premier quartile	deuxième quartile	troisième quartile	quatrième quartile
une personne, étudiant	zone 1	0.050	1.000	0.110	0.120
	zones 2.1 à 3.2	0.125	1.000	1.000	1.000
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
une personne, non étudiant	zone 1	0.500	1.000	2.400	0.820
	zones 2.1 à 3.2	0.800	0.150	1.500	1.000
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
deux personnes	zone 1	0.100	0.600	0.770	0.450
	zones 2.1 à 3.2	0.150	0.400	0.250	0.200
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
trois personnes	zone 1	0.030	1.000	0.270	0.200
	zones 2.1 à 3.2	0.150	0.100	0.150	0.075
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
quatre personnes	zone 1	0.032	0.400	0.110	0.400
	zones 2.1 à 3.2	0.070	0.200	0.150	0.050
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
cinq personnes et +	zone 1	0.032	0.050	0.060	0.200
	zones 2.1 à 3.2	0.050	0.050	0.200	0.025
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000

Tableau 13.2 : Valeur de $partcapacite_{zonefine}$ (quartile, taille) selon la zone fine, le quartile de revenu et la composition du ménage
(région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants)

		premier quartile	deuxième quartile	troisième quartile	quatrième quartile
une personne, étudiant	zone 1	0.015	0.015	0.015	0.015
	zones 2.1 à 3.2	0.015	0.015	0.015	0.015
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
une personne, non étudiant	zone 1	0.500	1.000	2.400	0.700
	zones 2.1 à 3.2	0.400	0.500	0.400	1.500
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
deux personnes	zone 1	0.150	0.250	0.700	0.450
	zones 2.1 à 3.2	1.050	0.750	0.600	0.100
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
trois personnes	zone 1	0.030	0.100	0.300	0.200
	zones 2.1 à 3.2	0.100	0.050	0.070	0.035
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
quatre personnes	zone 1	0.032	0.050	0.130	0.400
	zones 2.1 à 3.2	0.170	0.015	0.075	0.025
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
cinq personnes et +	zone 1	0.072	0.120	0.150	0.100
	zones 2.1 à 3.2	0.150	0.108	0.100	0.015
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000

Tableau 13.3 : Valeur de $partcapacite_{zonefine}$ (quartile, taille) selon la zone fine, le quartile de revenu et la composition du ménage
(région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants)

		premier quartile	deuxième quartile	troisième quartile	quatrième quartile
une personne, étudiant	zone 1	0.015	0.015	0.015	0.015
	zones 2.1 à 3.2	0.015	0.015	0.015	0.015
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
une personne, non étudiant	zone 1	0.500	1.000	2.400	0.700
	zones 2.1 à 3.2	0.400	0.100	0.400	1.500
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
deux personnes	zone 1	0.150	0.250	0.700	0.450
	zones 2.1 à 3.2	1.050	0.150	0.600	0.100
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
trois personnes	zone 1	0.030	0.100	0.300	0.200
	zones 2.1 à 3.2	0.100	0.050	0.070	0.035
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
quatre personnes	zone 1	0.032	0.050	0.130	0.400
	zones 2.1 à 3.2	0.170	0.015	0.075	0.025
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
cinq personnes et +	zone 1	0.072	0.120	0.150	0.100
	zones 2.1 à 3.2	0.150	0.108	0.100	0.015
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000

Tableau 13.4 : Valeur de $partcapacite_{zonefine}(quartile, taille)$ selon la zone fine, le quartile de revenu et la composition du ménage
(région représentative des autres aires)

		premier quartile	deuxième quartile	troisième quartile	quatrième quartile
une personne, étudiant	zone 1	0.015	0.015	0.015	0.015
	zones 2.1 à 3.2	0.015	0.015	0.015	0.015
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
une personne, non étudiant	zone 1	0.500	1.000	2.400	0.700
	zones 2.1 à 3.2	0.400	0.100	0.400	1.500
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
deux personnes	zone 1	0.150	0.250	0.700	0.450
	zones 2.1 à 3.2	1.050	0.150	0.600	0.100
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
trois personnes	zone 1	0.030	0.100	0.300	0.200
	zones 2.1 à 3.2	0.100	0.050	0.070	0.035
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
quatre personnes	zone 1	0.032	0.050	0.130	0.400
	zones 2.1 à 3.2	0.170	0.015	0.075	0.025
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000
cinq personnes et +	zone 1	0.072	0.120	0.150	0.100
	zones 2.1 à 3.2	0.150	0.108	0.100	0.015
	zones 4.1 à 10.2	1.000	1.000	1.000	1.000

Rappelons également les pourcentages de transfert des ménages en cas de saturation de la capacité d'une zone fine qui ont déjà été donnés dans II.5.3.1 dans la description théorique du modèle lui-même, mais qui doivent plutôt être considérés comme des hypothèses à faire pour son application selon les particularités de la région traitée. Dans le cas de la région capitale et des trois autres régions représentatives du reste du pays, il y a notamment :

- si la zone fine saturée est la zone 1, transfert de 75 % des ménages à parts égales vers les quatre zones fines de la banlieue proche et de 25 % à parts égales vers les huit zones fines 4.1 à 7.2 de la grande banlieue,
- si la zone fine saturée est la zone 3.2, transfert de la totalité des ménages à parts égales vers les huit zones fines 4.1 à 7.2 de la grande banlieue.

III.2.2 Cas de la région capitale

Nous commencerons par commenter en détail les résultats obtenus pour la région capitale pour laquelle les phénomènes de saturation des capacités en logements et de liens entre localisation des résidences et localisation des activités apparaissent nettement.

III.2.2.1 Confrontation de la capacité et de la demande en logements

Les tableaux 14.1 à 14.12 indiquent pour les années 1975 et 2007 les valeurs prises au cours des opérations d'attribution des ménages aux zones fines de résidence⁴² par différentes grandeurs qui reflètent le phénomène de confrontation de la capacité et de la demande pour chacune des zones fines⁴³. Il s'agit pour chaque couple de « quartile »⁴⁴ de revenu et de composition du ménage des grandeurs suivantes.

- La demande pour la zone fine $demandecourante_{zonefine}(quartile, taille)$, telle qu'elle est estimée au tout début des opérations, compte tenu des préférences des ménages en matière de zone de résidence privilégiée et de la satisfaction des différents segments en matière de transport.
- La demande pour la zone fine $demandecourante_{zonefine}(quartile, taille)$, telle qu'elle est devenue après les transferts d'un segment sur l'autre qu'a provoqués la confrontation capacité-demande relative aux zones fines déjà traitées.
- La capacité $capacite_{zonefine}(quartile, taille)$, telle qu'elle est supposée être au stade de la confrontation capacité-demande pour la zone fine, compte tenu du poids relatif que représente la demande pour cette zone dans l'ensemble de la demande non encore traitée⁴⁵.
- Le nombre effectif de ménages que l'on obtient pour la zone fine après confrontation de la capacité et de la demande.

⁴² Les valeurs sont celles prises lors de la seconde étape, avec localisation modifiée des emplois et des établissements d'études.

⁴³ Pour simplifier la présentation des résultats, on agrège les zones fines par couronne, mélangeant tous les types de desserte en transports collectifs, autoroutes et voies rapides.

⁴⁴ Comme nous l'avons dit, il ne s'agit pas exactement de quartiles, mais de pourcentages du nombre de ménages en général peu différents de 25 % ; nous conserverons néanmoins ce terme de quartile.

⁴⁵ Comme on l'a dit plus haut, les valeurs de capacité sont à ignorer pour certains couples de quartile et de composition car elles conduisent à une capacité toujours supérieure à la demande et n'ont aucune influence sur le résultat d'attribution des ménages aux zones.

Prenons tout d'abord l'exemple des ménages d'une personne non étudiante.

- Quelle que soit l'année, au début des opérations, la demande est concentrée sur les trois premières zones fines, avec une nette préférence pour la zone centre. Ce sont en effet ces zones et avant tout la zone centre qui - si l'on met de côté la question des prix des logements - sont les mieux placées, tant par la proximité des lieux d'activités et la qualité de la desserte en transport vers ces derniers que par le standing de l'habitat et de l'urbanisme local.
- À la fin des opérations, seuls les ménages des premier et quatrième quartiles peuvent tous résider dans la zone fine qu'ils choisiraient en l'absence de contrainte du marché foncier à la fois en 1975 et 2007. La grande majorité de ceux du troisième quartile le peuvent également, mais seulement en 1975.
- À la fin des opérations, une partie des ménages des troisième (pour 2007) et deuxième quartiles réside dans une zone fine qui est plus éloignée du centre que ce qui aurait été possible si, au stade de la confrontation de la demande et de la capacité restante pour leur quartile et leur composition, la capacité avait excédé la demande. Ceci par insuffisance de capacité des zones fines 1 à 9 (dans le cas du deuxième quartile) en 1975, et par insuffisance de capacité des zones fines 1 à 9 (dans le cas des deux quartiles) en 2007. Le phénomène est particulièrement net dans la zone centre pour laquelle les deux quartiles se retrouvent sous-représentés : ces quartiles regroupent 36 % des ménages résidant dans le centre contre 53 % sans contrainte en 1975, 18 % contre 53 % sans contrainte en 2007⁴⁶.
- Au total, parmi les ménages d'une personne qui souhaitent résider dans la zone centre sans contrainte du marché foncier, la proportion de ceux qui le peuvent effectivement sous contrainte est de 74 % en 1975 et de 57 % en 2007.

⁴⁶ Le fait qu'aucun ménage du deuxième quartile ne puisse résider dans la zone centre n'est évidemment pas réaliste. Cela ne biaise pas excessivement les résultats tous ménages confondus ou même par grande tranche de revenu, car les ménages des deuxième et troisième quartiles ne sont pas très différents. Mais il conviendra de corriger cette invraisemblance dans une version ultérieure du modèle : par exemple en distinguant, pour chaque composition de ménage, deux groupes parmi les ménages des premier et quatrième quartiles ; puis en traitant, pour chaque zone fine, une petite partie des ménages des deuxième et troisième quartiles après avoir traité le premier groupe de ménages du premier ou du quatrième quartile et avant avoir traité le second groupe du même quartile.

Prenons à l'opposé l'exemple des ménages de cinq personnes et plus.

- Quelle que soit l'année, au début des opérations, la demande est un peu moins concentrée sur les zones centrales que pour les ménages d'une personne, car l'équipement des ménages en voiture particulière est plus important et facilite la desserte en transport pour un résident des zones non centrales.
- À la fin des opérations, seuls les ménages du quatrième quartile peuvent tous résider dans la zone fine qu'ils choisiraient en l'absence de contrainte du marché foncier à la fois en 1975 et en 2007.
- Dans les autres cas, à la fin des opérations, une partie des ménages réside dans une zone fine qui est plus éloignée du centre que ce qui aurait été possible si, au stade de la confrontation de la demande et de la capacité restante pour leur quartile et leur composition, la capacité avait excédé la demande. Ceci par insuffisance de capacité des zones fines 1 à 3 (dans le cas du premier quartile), de la zone 1 (dans le cas du troisième quartile) ou des zones 1 à 7 (dans le cas du deuxième quartile). Le phénomène est plus marqué dans la zone centre pour laquelle les trois quartiles se retrouvent sous-représentés : ces quartiles regroupent 60 % des ménages résidant dans le centre contre 90 % sans contrainte en 1975, 51 % contre 88 % sans contrainte en 2007.
- Au total, parmi les ménages de cinq personnes et plus qui souhaitent résider dans la zone centre sans contrainte du marché foncier, ceux qui le peuvent effectivement sous contrainte est de 24 % en 1975 comme en 2007. Les proportions sont sensiblement plus faibles que pour les ménages d'une personne.

Toutes compositions de ménage confondues, en 1975, sans contrainte du marché foncier, 65 % des ménages résideraient dans la première zone, 27 % dans la deuxième, 9 % dans la troisième et aucun dans la quatrième⁴⁷. Sous contrainte, ces pourcentages passent respectivement à 30 %, 39 %, 20 % et 11 %.

En 2007, sans contrainte du marché foncier, 66 % des ménages résideraient dans la première zone, 26 % dans la deuxième, 9 % dans la troisième et aucun dans la quatrième. Sous contrainte, ces pourcentages passent respectivement à 23 %, 37 %, 16 % et 24 %.

⁴⁷ L'hypothèse selon laquelle aucun ménage ne privilégie la quatrième zone ne reflète probablement pas la situation de l'Ile-de-France car il est certain que les ménages qui résident aux frontières de cette région ne le font pas tous parce qu'ils y sont obligés du fait de la saturation de la capacité des zones plus proches du centre.

**Tableau 14.1: Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, étudiants célibataires, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	26	47	47	26
		zone fine 2	0	0	0	0
		zone fine 3	76	4	20	20
	grande banlieue	zone fine 4	26	0	1	1
		zone fine 5	35	1	5	5
		zone fine 6	0	0	0	0
		zone fine 7	17	0	0	0
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	21	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	55	70	70	55
		zone fine 2	209	2	4	4
		zone fine 3	505	5	13	13
	grande banlieue	zone fine 4	29	1	3	1
		zone fine 5	34	1	1	3
		zone fine 6	29	0	0	1
		zone fine 7	12	0	0	0
		zone fine 8	1	0	0	0
		zone fine 9	16	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	27	19	19	19
		zone fine 2	0	0	0	0
		zone fine 3	383	2	2	2
	grande banlieue	zone fine 4	5	0	0	0
		zone fine 5	19	0	0	0
		zone fine 6	0	0	0	0
		zone fine 7	4	0	0	0
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	14	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	39	39	0
		zone fine 2	0	0	0	0
		zone fine 3	624	4	33	33
	grande banlieue	zone fine 4	4	0	2	2
		zone fine 5	13	1	8	8
		zone fine 6	0	0	0	0
		zone fine 7	1	0	1	1
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	28	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0

**Tableau 14.2: Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, cinq personnes et plus, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	17	61	61	17
		zone fine 2	20	16	36	20
		zone fine 3	18	11	24	18
	grande banlieue	zone fine 4	56	3	15	15
		zone fine 5	30	1	4	4
		zone fine 6	68	2	9	9
		zone fine 7	61	3	13	13
		zone fine 8	25	0	0	0
		zone fine 9	47	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	69	24	24	24
		zone fine 2	6	6	6	6
		zone fine 3	10	5	5	5
	grande banlieue	zone fine 4	32	2	2	2
		zone fine 5	26	0	0	0
		zone fine 6	28	0	0	0
		zone fine 7	17	1	2	2
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	19	86	86	19
		zone fine 2	70	24	56	56
		zone fine 3	132	12	30	30
	grande banlieue	zone fine 4	44	3	8	8
		zone fine 5	52	2	4	4
		zone fine 6	51	3	7	7
		zone fine 7	20	4	10	10
		zone fine 8	19	0	0	0
		zone fine 9	6	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	74	74	0
		zone fine 2	11	14	41	7
		zone fine 3	27	16	51	27
	grande banlieue	zone fine 4	36	3	19	3
		zone fine 5	21	4	30	19
		zone fine 6	44	2	17	17
		zone fine 7	3	2	27	1
		zone fine 8	73	0	20	20
		zone fine 9	69	0	1	1
		zone fine 10	∞	0	20	20

Tableau 14.3 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages résidant selon les zones fines
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, quatre personnes, milliers)

			<i>capacite</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	18	90	90	18
		zone fine 2	27	15	39	27
		zone fine 3	42	22	57	29
	grande banlieue	zone fine 4	57	2	9	9
		zone fine 5	73	4	22	22
		zone fine 6	58	2	9	9
		zone fine 7	58	4	23	23
		zone fine 8	67	0	0	0
		zone fine 9	52	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	146	38	38	38
		zone fine 2	11	7	7	7
		zone fine 3	21	6	6	6
	grande banlieue	zone fine 4	28	1	1	1
		zone fine 5	34	1	1	1
		zone fine 6	33	1	1	1
		zone fine 7	14	1	1	1
		zone fine 8	2	0	0	0
		zone fine 9	2	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	35	139	139	35
		zone fine 2	49	50	113	49
		zone fine 3	90	12	33	33
	grande banlieue	zone fine 4	29	1	4	4
		zone fine 5	65	12	66	43
		zone fine 6	50	2	11	11
		zone fine 7	17	5	24	17
		zone fine 8	90	0	21	21
		zone fine 9	80	0	4	4
		zone fine 10	∞	0	5	5
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	86	86	0
		zone fine 2	43	31	84	43
		zone fine 3	89	8	25	25
	grande banlieue	zone fine 4	33	1	9	3
		zone fine 5	10	2	8	8
		zone fine 6	33	7	38	31
		zone fine 7	2	3	16	1
		zone fine 8	51	0	11	11
		zone fine 9	68	0	5	5
		zone fine 10	∞	0	13	13

**Tableau 14.4 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, trois personnes, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	18	118	118	18
		zone fine 2	58	29	69	41
		zone fine 3	102	19	58	58
	grande banlieue	zone fine 4	60	3	16	16
		zone fine 5	49	2	6	6
		zone fine 6	64	5	27	27
		zone fine 7	48	6	17	17
		zone fine 8	66	0	0	0
		zone fine 9	65	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	72	46	46	46
		zone fine 2	18	10	10	10
		zone fine 3	35	10	10	10
	grande banlieue	zone fine 4	29	1	1	1
		zone fine 5	36	2	2	2
		zone fine 6	31	1	1	1
		zone fine 7	17	2	2	2
		zone fine 8	2	0	0	0
		zone fine 9	2	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	83	189	189	83
		zone fine 2	36	20	43	31
		zone fine 3	103	58	119	103
	grande banlieue	zone fine 4	37	3	7	7
		zone fine 5	37	6	20	20
		zone fine 6	40	3	14	14
		zone fine 7	10	13	39	10
		zone fine 8	69	0	6	6
		zone fine 9	71	0	13	13
		zone fine 10	∞	0	7	7
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	122	122	0
		zone fine 2	16	24	89	16
		zone fine 3	45	20	54	45
	grande banlieue	zone fine 4	32	6	41	27
		zone fine 5	5	1	11	5
		zone fine 6	17	6	55	17
		zone fine 7	2	2	20	2
		zone fine 8	17	0	0	0
		zone fine 9	66	2	37	36
		zone fine 10	∞	0	34	34

Tableau 14.5 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages résidant selon les zones fines
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, deux personnes, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	61	157	157	61
		zone fine 2	57	62	124	41
		zone fine 3	87	10	35	35
	grande banlieue	zone fine 4	41	15	72	28
		zone fine 5	45	1	6	6
		zone fine 6	40	1	3	3
		zone fine 7	51	7	76	46
		zone fine 8	65	0	0	0
		zone fine 9	89	0	21	21
		zone fine 10	∞	0	11	11
quatrième quartile	centre	zone fine 1	160	64	64	64
		zone fine 2	51	15	15	15
		zone fine 3	96	13	13	13
	grande banlieue	zone fine 4	33	5	5	5
		zone fine 5	36	1	1	1
		zone fine 6	35	1	1	1
		zone fine 7	15	2	2	2
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	195	252	252	195
		zone fine 2	64	79	113	64
		zone fine 3	132	36	77	77
	grande banlieue	zone fine 4	37	8	15	14
		zone fine 5	28	8	21	21
		zone fine 6	40	10	16	16
		zone fine 7	5	12	21	5
		zone fine 8	56	0	3	3
		zone fine 9	46	0	3	3
		zone fine 10	∞	0	8	8
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	158	158	0
		zone fine 2	57	46	124	52
		zone fine 3	172	25	105	105
	grande banlieue	zone fine 4	16	11	30	13
		zone fine 5	5	3	47	5
		zone fine 6	9	4	43	9
		zone fine 7	1	5	21	1
		zone fine 8	16	0	2	2
		zone fine 9	40	0	18	17
		zone fine 10	∞	0	49	49

Tableau 14.6: Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages résidant selon les zones fines
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, une personne, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	268	113	113	113
		zone fine 2	225	34	34	34
		zone fine 3	399	19	19	19
	grande banlieue	zone fine 4	28	2	2	2
		zone fine 5	36	2	2	2
		zone fine 6	37	3	3	3
		zone fine 7	22	10	10	10
		zone fine 8	23	0	0	0
		zone fine 9	8	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	299	129	129	129
		zone fine 2	271	39	39	39
		zone fine 3	513	20	20	20
	grande banlieue	zone fine 4	32	3	3	3
		zone fine 5	38	2	2	2
		zone fine 6	35	2	2	2
		zone fine 7	21	12	12	12
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	139	155	155	139
		zone fine 2	262	47	54	54
		zone fine 3	583	25	29	29
	grande banlieue	zone fine 4	28	7	8	8
		zone fine 5	15	4	5	5
		zone fine 6	26	4	5	5
		zone fine 7	2	8	10	2
		zone fine 8	48	0	5	5
		zone fine 9	36	0	1	1
		zone fine 10	∞	0	2	2
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	119	119	0
		zone fine 2	15	40	128	15
		zone fine 3	50	14	145	50
	grande banlieue	zone fine 4	11	5	33	11
		zone fine 5	3	2	43	3
		zone fine 6	6	4	73	6
		zone fine 7	1	8	114	1
		zone fine 8	39	0	6	6
		zone fine 9	30	0	9	7
		zone fine 10	∞	0	94	94

**Tableau 14.7 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, étudiants célibataires, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	28	83	83	28
		zone fine 2	0	0	0	0
		zone fine 3	87	8	49	49
	grande banlieue	zone fine 4	31	1	3	3
		zone fine 5	39	2	12	12
		zone fine 6	0	0	0	0
		zone fine 7	19	0	1	1
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	36	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	54	123	123	54
		zone fine 2	290	6	31	31
		zone fine 3	493	6	32	32
	grande banlieue	zone fine 4	39	1	6	6
		zone fine 5	35	1	5	5
		zone fine 6	38	1	7	7
		zone fine 7	25	0	3	3
		zone fine 8	2	0	0	0
		zone fine 9	33	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	19	34	34	19
		zone fine 2	0	0	0	0
		zone fine 3	429	3	15	15
	grande banlieue	zone fine 4	9	0	1	1
		zone fine 5	16	1	4	4
		zone fine 6	0	0	0	0
		zone fine 7	6	0	0	0
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	34	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	68	68	0
		zone fine 2	0	0	0	0
		zone fine 3	324	6	57	57
	grande banlieue	zone fine 4	2	0	4	2
		zone fine 5	2	2	16	2
		zone fine 6	0	0	0	0
		zone fine 7	1	0	15	1
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	9	0	6	6
		zone fine 10	∞	0	8	8

**Tableau 14.8 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, cinq personnes et plus, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	16	56	56	16
		zone fine 2	17	9	24	14
		zone fine 3	31	13	31	30
	grande banlieue	zone fine 4	52	2	10	10
		zone fine 5	52	2	6	6
		zone fine 6	49	0	2	2
		zone fine 7	47	3	9	9
		zone fine 8	62	0	0	0
		zone fine 9	75	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	62	26	26	26
		zone fine 2	5	6	6	4
		zone fine 3	8	5	5	5
	grande banlieue	zone fine 4	27	1	1	1
		zone fine 5	20	0	0	0
		zone fine 6	24	1	1	1
		zone fine 7	25	2	3	3
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	11	80	80	11
		zone fine 2	57	20	48	48
		zone fine 3	98	11	34	34
	grande banlieue	zone fine 4	41	5	11	11
		zone fine 5	30	1	2	2
		zone fine 6	35	1	4	4
		zone fine 7	28	4	10	10
		zone fine 8	4	0	0	0
		zone fine 9	4	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	63	63	0
		zone fine 2	6	18	49	6
		zone fine 3	11	8	25	11
	grande banlieue	zone fine 4	11	1	10	3
		zone fine 5	10	3	36	10
		zone fine 6	14	2	14	10
		zone fine 7	5	3	22	5
		zone fine 8	41	0	7	7
		zone fine 9	39	0	34	34
		zone fine 10	∞	0	13	13

**Tableau 14.9 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, quatre personnes, milliers)

			<i>capacite</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	18	105	105	18
		zone fine 2	30	25	67	30
		zone fine 3	45	19	56	39
	grande banlieue	zone fine 4	65	2	14	14
		zone fine 5	65	5	21	21
		zone fine 6	77	5	25	25
		zone fine 7	50	3	16	16
		zone fine 8	85	0	0	0
		zone fine 9	84	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	130	43	43	43
		zone fine 2	11	13	13	10
		zone fine 3	16	4	4	4
	grande banlieue	zone fine 4	25	1	1	1
		zone fine 5	26	1	1	1
		zone fine 6	35	3	5	5
		zone fine 7	19	1	1	1
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	23	178	178	23
		zone fine 2	41	37	103	41
		zone fine 3	77	26	79	70
	grande banlieue	zone fine 4	36	6	32	16
		zone fine 5	46	8	47	30
		zone fine 6	41	3	21	21
		zone fine 7	28	4	27	21
		zone fine 8	90	0	21	21
		zone fine 9	48	0	6	6
		zone fine 10	∞	0	11	11
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	103	103	0
		zone fine 2	23	41	112	23
		zone fine 3	37	4	20	20
	grande banlieue	zone fine 4	8	1	4	2
		zone fine 5	5	7	53	5
		zone fine 6	8	1	6	5
		zone fine 7	2	7	60	2
		zone fine 8	32	0	25	25
		zone fine 9	32	0	31	30
		zone fine 10	∞	0	50	50

**Tableau 14.10 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, trois personnes, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	17	124	124	17
		zone fine 2	58	13	55	50
		zone fine 3	95	26	65	65
	grande banlieue	zone fine 4	58	4	12	12
		zone fine 5	50	2	12	12
		zone fine 6	50	2	6	6
		zone fine 7	48	5	14	14
		zone fine 8	78	0	0	0
		zone fine 9	81	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	62	47	47	47
		zone fine 2	16	9	9	9
		zone fine 3	26	9	9	9
	grande banlieue	zone fine 4	27	1	1	1
		zone fine 5	25	2	2	2
		zone fine 6	28	2	2	2
		zone fine 7	20	2	2	2
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	51	183	183	51
		zone fine 2	34	30	68	34
		zone fine 3	70	45	111	70
	grande banlieue	zone fine 4	25	2	10	10
		zone fine 5	26	6	30	12
		zone fine 6	29	4	20	20
		zone fine 7	20	13	70	20
		zone fine 8	68	0	22	22
		zone fine 9	85	0	39	39
		zone fine 10	∞	0	4	4
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	113	113	0
		zone fine 2	7	7	22	7
		zone fine 3	21	41	122	21
	grande banlieue	zone fine 4	6	0	2	1
		zone fine 5	2	3	28	2
		zone fine 6	4	1	16	1
		zone fine 7	1	12	138	1
		zone fine 8	20	0	13	12
		zone fine 9	23	0	12	9
		zone fine 10	∞	0	122	122

Tableau 14.11 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages résidant selon les zones fines
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, deux personnes, milliers)

			<i>capacite</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	62	211	211	62
		zone fine 2	63	84	185	63
		zone fine 3	96	13	104	96
	grande banlieue	zone fine 4	58	12	46	34
		zone fine 5	42	5	17	17
		zone fine 6	65	10	35	35
		zone fine 7	50	6	32	32
		zone fine 8	25	0	0	0
		zone fine 9	55	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	1	1
quatrième quartile	centre	zone fine 1	146	87	87	87
		zone fine 2	48	20	20	20
		zone fine 3	80	17	17	17
	grande banlieue	zone fine 4	26	4	4	4
		zone fine 5	31	3	3	3
		zone fine 6	31	3	3	3
		zone fine 7	21	3	3	3
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	130	351	351	130
		zone fine 2	56	85	195	56
		zone fine 3	108	61	220	108
	grande banlieue	zone fine 4	25	12	57	25
		zone fine 5	29	17	146	29
		zone fine 6	21	7	87	16
		zone fine 7	11	13	123	11
		zone fine 8	57	0	24	24
		zone fine 9	57	0	59	39
		zone fine 10	∞	0	108	108
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	211	211	0
		zone fine 2	33	52	139	33
		zone fine 3	81	45	203	81
	grande banlieue	zone fine 4	7	2	15	4
		zone fine 5	1	4	37	1
		zone fine 6	6	9	81	6
		zone fine 7	1	17	163	1
		zone fine 8	17	0	39	17
		zone fine 9	22	0	74	28
		zone fine 10	∞	0	170	170

**Tableau 14.12 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon les zones fines**
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, une personne, milliers)

			<i>capacité</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande</i> <i>courante</i> en début des opérations	<i>demande</i> <i>courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
premier quartile	centre	zone fine 1	280	179	179	179
		zone fine 2	218	25	25	25
		zone fine 3	407	58	58	58
	grande banlieue	zone fine 4	38	9	9	9
		zone fine 5	35	6	6	6
		zone fine 6	33	4	4	4
		zone fine 7	29	9	9	9
		zone fine 8	21	0	0	0
		zone fine 9	22	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
quatrième quartile	centre	zone fine 1	265	204	204	204
		zone fine 2	272	58	58	58
		zone fine 3	450	36	36	36
	grande banlieue	zone fine 4	35	8	8	8
		zone fine 5	33	5	5	5
		zone fine 6	35	10	10	10
		zone fine 7	26	8	8	8
		zone fine 8	0	0	0	0
		zone fine 9	0	0	0	0
		zone fine 10	∞	0	0	0
troisième quartile	centre	zone fine 1	86	245	245	86
		zone fine 2	220	82	168	115
		zone fine 3	414	31	112	112
	grande banlieue	zone fine 4	11	5	12	9
		zone fine 5	11	5	14	11
		zone fine 6	13	3	10	10
		zone fine 7	5	25	53	5
		zone fine 8	39	0	34	29
		zone fine 9	32	0	12	12
		zone fine 10	∞	0	6	6
deuxième quartile	centre	zone fine 1	0	188	188	0
		zone fine 2	8	65	212	8
		zone fine 3	19	22	251	19
	grande banlieue	zone fine 4	6	7	95	6
		zone fine 5	1	5	107	1
		zone fine 6	3	8	196	3
		zone fine 7	0	9	225	0
		zone fine 8	9	0	61	9
		zone fine 9	9	0	139	9
		zone fine 10	∞	0	248	248

III.2.2.2 Modification endogène de la localisation des emplois et des établissements d'études

Les tableaux 15.1 et 15.2 indiquent comment se répartissent les individus actifs selon les zones de résidence et de travail, respectivement en fin de première étape et en fin de seconde étape du processus d'attribution des ménages aux zones fines⁴⁸.

- Selon les résultats de la première étape, l'augmentation relative du nombre d'emplois de 1975 à 2007 est plus forte dans la zone grande banlieue que dans les deux autres zones. La cause en est l'augmentation du nombre des actifs résidant en grande banlieue qui est elle-même plus forte que pour le centre et banlieue proche, alliée au fait qu'en moyenne un actif a un lieu d'emploi d'autant plus éloigné du centre que son lieu de résidence est lui-même situé loin du centre.

Mais on constate qu'à zone de résidence donnée, la proportion des actifs travaillant dans la zone centre reste quasiment inchangée entre 1975 et 2007, ce qui n'est pas très réaliste eu égard aux arguments avancés dans le paragraphe II.5.3.2. Une des conséquences de cela est une certaine stabilité du nombre des emplois localisés dans la zone centre d'une année sur l'autre.

- Le correctif apporté par la seconde étape consiste pour chaque année à renforcer le poids relatif des segments (en termes de nombre de ménages) dont les ménages comprennent un actif travaillant près d'une zone dans laquelle résident plus d'individus actifs qu'il n'y en aurait sans contrainte imposée par le marché foncier, ou à réduire le poids relatif de ceux dont les ménages comprennent un actif travaillant près d'une zone dans laquelle le revenu des résidents est plus fort qu'il ne le serait sans contrainte. En particulier, cela conduit en fin de seconde étape à un nombre d'emplois localisés dans la zone centre qui est inférieur à celui obtenu en fin de première étape.

Comme - du fait de l'accroissement de la demande - l'effet de restriction de capacité de la zone centre a plus d'effet relatif en 2007 qu'en 1975, le résultat final est bien une diminution du nombre des emplois localisés dans cette zone entre les deux années, dans le même ordre de grandeur que ce qui a été effectivement observé en Ile-de-France.

Toutefois, ce correctif ne suffit pas à faire en sorte que les résultats du modèle se rapprochent assez de ce qui a été observé en l'Ile-de-France pour la localisation des emplois et l'éloignement des lieux de résidence et de travail, tant en ce qui concerne la situation de 1990 que l'évolution de 1975 à 2007.

⁴⁸ Les résultats présentés dans les tableaux 15.1 et 15.2 ont été obtenus en apportant la modification exogène invariante de localisation des emplois qui est décrite au paragraphe III.2.2.3.1.

**Tableau 15.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
en fin de première étape du processus**
(région capitale, avec modification exogène invariante, milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue proche	grande banlieue	toutes zones
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	892	110	23	1 025
	banlieue proche	1 012	759	111	1 882
	grande banlieue	415	234	847	1 497
	toutes zones	2 319	1 103	981	4 403
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	836	124	33	994
	banlieue proche	949	728	93	1 770
	grande banlieue	487	266	1 024	1 777
	toutes zones	2 272	1 118	1 151	4 541
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	824	109	45	978
	banlieue proche	1 015	745	117	1 876
	grande banlieue	486	277	1 182	1 944
	toutes zones	2 324	1 131	1 344	4 798
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	837	106	49	991
	banlieue proche	1 038	726	123	1 886
	grande banlieue	559	301	1 345	2 205
	toutes zones	2 434	1 132	1 516	5 082

**Tableau 15.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
en fin de seconde étape du processus**
(région capitale, avec modification exogène invariante, milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue proche	grande banlieue	toutes zones
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	776	204	45	1 025
	banlieue proche	768	974	141	1 883
	grande banlieue	362	263	871	1 496
	toutes zones	1 906	1 440	1 057	4 403
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	663	246	85	994
	banlieue proche	638	969	156	1 763
	grande banlieue	379	296	1 109	1 785
	toutes zones	1 680	1 511	1 350	4 541
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	638	243	97	978
	banlieue proche	619	1 070	190	1 879
	grande banlieue	335	331	1 276	1 941
	toutes zones	1 592	1 644	1 562	4 798
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	594	277	119	991
	banlieue proche	569	1 109	215	1 894
	grande banlieue	350	380	1 468	2 198
	toutes zones	1 513	1 766	1 803	5 082

III.2.2.3 Modification exogène de la localisation des emplois et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail

Nous venons de dire que, malgré le correctif apporté en seconde étape du processus d'attribution des ménages aux zones fines, les choses ne se présentent pas toujours comme cela a pu être observé en Ile-de-France.

III.2.2.3.1 Année 1990

Le tableau 18.1 présente, en particulier pour l'année 1990, la distribution des actifs selon les lieux de résidence et de travail que l'on obtiendrait à l'issue de la seconde étape en appliquant la fonction de répartition des ménages donnée en II.5.2 en retenant pour la fonction $typelieutravailtudes_{H,S}(zonerésidence_{menagetype})$ des valeurs toutes égales à 1.

Comparativement à l'Ile-de-France, le nombre d'emplois obtenu pour la zone centre est sensiblement moins élevé, au profit des autres zones. L'écart trouve son origine dans la structure des lieux de travail retenus pour l'échantillon de segments construit pour l'application à la région capitale.

Il convient de redresser cela si l'on veut que, en matière d'équipement automobile et de mobilité, la comparaison des résultats du modèle et des données d'observation ait un sens.

On a vu au paragraphe II.2.1.4 que, pour la région capitale, il existait pour chaque ménage-type (et donc pour chaque segment) trois jumeaux qui présentent exactement les mêmes caractéristiques, lieu(x) de travail excepté(s).

S'ils résident dans le centre, les quatre jumeaux et les segments qu'ils représentent se différencient pour le premier par des lieux de travail plutôt situés dans la zone centre ; pour le deuxième par des lieux de travail moins fréquemment situés dans le centre et plus fréquemment situés en banlieue proche et dans une moindre mesure en grande banlieue (segment de type 2) ; pour le troisième et le quatrième par des lieux de travail moins fréquemment situés dans le centre et plus fréquemment situés indifféremment en banlieue proche ou en grande banlieue (segments de type 3 et de type 4).

S'ils résident en banlieue proche ou en grande banlieue, les quatre jumeaux et les segments qu'ils représentent se différencient pour le premier par des lieux de travail plutôt situés dans le centre (segment dit de type 1) ; pour le deuxième par des lieux de travail plutôt situés à une moindre distance du lieu de résidence (segment de type 2) ; pour le troisième par des lieux de travail encore plus proches du lieu de résidence (segment de type 3) ; et pour le quatrième par des lieux de travail plutôt situés dans la même zone que le lieu de résidence, mais pas dans le même quart de la couronne que constitue la zone (segment de type 4).

Le tableau 17.1 montre comment ces différences se traduisent en termes de distance moyenne parcourue par trajet pour les voyages de motif travail.

On a vu également que l'on pouvait redresser la répartition des ménages des classes selon les segments qui leur correspondent, en privilégiant plus ou moins – selon le contexte socio-économique et/ou l'horizon temporel - les segments de type d'emploi 1, ou ceux de type 2, ou encore ceux de type 3 ou enfin ceux de type 4 ; ceci en faisant varier la valeur de la fonction $typelieutravailtudes_{H,S}(zonerésidence_{menagetype})$ pour les différentes zones de résidence.

Le tableau 16.1 présente, en particulier pour l'année 1990, une distribution des actifs selon les types de segment que l'on peut obtenir en redressant la répartition des ménages de façon appropriée et qui conduit, pour 1990, à la distribution des actifs selon les lieux de résidence et de travail, tous types de segment confondus, indiquée dans le tableau 18.2.

Grâce à cette modification exogène qui porte à la fois sur la localisation des emplois et l'éloignement des lieux de résidence et de travail, le nombre des emplois est beaucoup plus proche des données d'observations franciliennes pour chacune des trois zones.

Nous verrons plus loin qu'il en est de même du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail.

III.2.2.3.2 Période 1975-2002

Ce n'est pas forcer de façon artificielle le modèle que de retenir des valeurs de la fonction $typelieutravailtudes_{H,S}(zonerésidence_{menagetype})$ différentes de 1 pour l'année 1990, pourvu que ces mêmes valeurs restent appliquées quels que soient l'horizon traité et le contexte socio-économique associé.

Si l'on procède ainsi, comme le montre le tableau 15.2, les nombres d'emplois obtenus pour les trois zones évoluent de 1975 à 2002 à peu près comme dans la région francilienne.

Mais le phénomène d'éloignement progressif des lieux de résidence et de travail des actifs est moins marqué que ce que l'on a constaté dans la même région.

L'éloignement des lieux de résidence et de travail résulte non seulement des phénomènes de localisation des emplois, mais aussi de ceux de localisation des résidences des ménages et – à lieu de résidence donné – du choix du lieu de travail par les actifs.

Pourtant, dans le modèle, à localisation des emplois donnée, la répartition des ménages des classes selon les segments est censée reproduire le choix des ménages avec actif(s) entre les différentes possibilités croisant lieu de résidence et lieu(x) de travail pour l'(les) actif(s). Le fait que, avec une modification exogène invariante, on obtienne une augmentation de la distance moyenne par trajet de motif travail plus faible que ce qui a été observé en Ile-de-France, peut tenir à différentes insuffisances.

- Il peut tout d'abord y avoir une imperfection dans la modification endogène de la localisation des emplois lors de la seconde étape du processus, privilégiant indifféremment les emplois localisés près de toutes les zones dynamiques au plan démographique alors qu'en réalité certaines d'entre elles ne se prêtent vraiment pas à l'implantation d'emplois, au moins d'un certain type. Comme on l'a dit au chapitre 2, ce pourrait être le cas, en Ile-de-France des zones situées au nord-est dont la population croît aussi vite, sinon plus, qu'ailleurs dans la région, alors que les emplois ont plutôt tendance à se localiser plus au sud ou à l'ouest.
- Le modèle peut également souffrir d'une sous-estimation de la contribution que le phénomène de motorisation croissante et de développement des réseaux de transport au fil des années apporte à l'atténuation des écarts de satisfaction en matière de transport, entre ménages avec actifs résidant plus ou moins loin des lieux de travail concernés.

Si l'on considère par exemple la population des ménages du contexte socio-économique de 1990 et si l'on fait l'hypothèse d'école que tous ces ménages ont la troisième zone comme zone de résidence privilégiée, l'accroissement de l'équipement automobile et l'amélioration des dessertes en transport de 1975 à 2002 ont pour effet de faire passer la variation relative moyenne de la satisfaction en offre réelle par rapport à l'offre standard de la valeur de -0.250 à celle de -0.212 pour les segments de type d'emploi 3 (soit une baisse de 15 % de la valeur absolue), et de -0.297 à -0.226 pour ceux de type d'emploi 4 (soit une baisse de 24 % de la valeur absolue).

Ce sont donc bien les distances domicile-travail les plus longues qui sont les premières favorisées, au sein du modèle et pour ce qui est de la satisfaction des ménages, par l'amélioration de l'offre de transport au fil des ans. D'où, entre autres résultats, la croissance de la proportion des segments de type 4 au détriment de ceux de type 3 au sein de l'ensemble des segments résidant en grande banlieue, ainsi qu'on le voit dans le tableau 16.1. Mais peut-être n'est-ce pas encore assez au regard de ce qui se passe dans la réalité.

- Mais la sous-estimation pourrait porter non pas sur la variation relative de la satisfaction des ménages en fonction de l'accessibilité en transport des différentes zones, mais sur le rôle que cette variation joue dans la fonction de répartition des ménages d'une classe selon les segments qui lui correspondent.

Nous verrons au chapitre 4 qu'un renforcement de ce rôle permet effectivement d'obtenir, avec une modification exogène invariante, une augmentation de la distance parcourue par trajet des voyages de motif travail qui est proche de ce qui a été observé en Ile-de-France, au moins en moyenne et toutes zones de résidence des actifs confondues ; mais on constatera également que ce meilleur résultat s'accompagne de résultats moins satisfaisants quant à d'autres grandeurs.

- Notons aussi la possibilité d'une imperfection dans la représentation de la contrainte imposée par le marché foncier qui pourrait ne pas localiser dans les zones adéquates les types de ménage qui ne peuvent occuper que certains types d'emploi que l'on ne trouve que dans certaines zones de la région.
- Certaines autres insuffisances enfin peuvent être responsables, ou bien dans la formulation théorique du modèle, ou bien dans son application pratique.

Sur ce dernier aspect, ainsi qu'on l'a déjà dit, on peut penser que, si l'application est faite sur la base d'un nombre insuffisant de classes, la modification des nombres de ménages de ces classes selon l'horizon temporel et/ou le contexte socio-économique s'accompagne de changements de structure des lieux de séjour pour motif travail qui ne sont pas totalement maîtrisés.

Or l'on souhaite juger dans ce rapport de la validité du modèle quant l'évolution de l'équipement automobile et de la mobilité des ménages qui dépendent étroitement de celle de l'éloignement entre lieux de résidence et de travail. Il importe donc que l'application du modèle reflète l'évolution observée à cet égard, au moins approximativement.

Pour ce faire, parmi les hypothèses d'insuffisance du modèle listées ci-dessus, nous avons choisi de privilégier la première et de remédier à l'insuffisance en faisant varier les valeurs de la fonction $typelieutravailetudes_{H,S}(zoneresidence_{menagetype})$ selon les années.

Les tableaux 16.1 et 16.2, 17.1 et 17.2 présentent les résultats obtenus pour chaque horizon respectivement avec une modification exogène invariante (identique à celle retenue pour 1990) et avec la modification exogène variable

- d'abord quant à la distribution des actifs selon les types de segment,
- ensuite quant aux conséquences de la nouvelle distribution sur la distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail, notamment tous types de segment confondus,

Le tableau 18.2 indique de son côté la distribution des actifs selon les lieux de résidence et de travail, tous types de segment confondus, à laquelle conduit la modification exogène variable. Cette distribution peut être comparée à celle obtenue sans aucune modification exogène et donnée dans le tableau 18.1, ou à celle obtenue avec modification exogène invariante et déjà présentée dans le tableau 15.2.

Par rapport à la modification exogène invariante, la modification variable a pour effet de faire augmenter la proportion des segments de type 2 et d'accentuer la tendance à l'accroissement de la proportion des segments de type 4, tout cela au détriment des segments de type 3.

Par suite, pour l'ensemble des actifs de la région, l'augmentation du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail sur la période passe de 4.25 km avec modification invariante à 5.77 km avec modification variable. Les résultats de l'application du modèle se rapprochent alors de ce qui a été observé quant à l'évolution de la mobilité à courte distance des franciliens, au moins en jour ouvrable.

En revanche, la variation de la modification exogène a pour effet d'accentuer la croissance du nombre des emplois localisés dans la banlieue proche, au détriment de l'augmentation de celui des emplois localisés dans la grande banlieue ; l'évolution obtenue à cet égard est – comparativement à ce que donne la modification invariante – un peu moins proche de ce qui a été observé en petite et grande couronne de l'Ile-de-France.

III.2.2.3.3 Période 2002-2007

Dans le cas de la période 2002-2007, avec la modification exogène invariante, le nombre d'emplois diminue dans la zone centre dans la ligne de la période 1975-2002, à l'inverse de ce qui a été observé en Ile-de-France. Il semble également que le phénomène d'éloignement progressif des lieux de résidence et de travail des actifs soit plus marqué que ce que l'on a constaté dans la même région, alors que la comparaison débouchait sur un résultat contraire pour 1975-2002.

Par rapport à 1975-2002, la période se différencie notamment par une augmentation du coût d'usage de la voiture et une diminution des vitesses routières qui ont pu conduire les actifs à rapprocher leurs lieux de résidence et de travail, plus que ne le prévoit le modèle. Mais cela n'explique pas l'inversion de tendance du nombre d'emplois dans la zone centre, même si l'attractivité des emplois facilement accessibles en transports collectifs se trouve renforcée comparativement aux périodes passées. Il est donc difficile pour 2002-2007 de dire quelles sont les hypothèses d'insuffisance du modèle auxquelles il conviendrait de remédier en faisant varier la modification exogène. Nous avons donc procédé à une variation qui conduit certes à rapprocher résultats de l'application du modèle et observations pour ce qui est de la mobilité des individus, mais sans qu'il soit possible de lui donner une véritable signification.

Cette variation a pour effet d'inverser la tendance à la diminution de la proportion des segments de types 1 et 2, au détriment des segments de type 3 et 4. La conséquence en est que la variation du nombre d'emplois dans la zone centre passe d'une diminution de 79 000 à une augmentation de 39 000. Parallèlement, pour l'ensemble des actifs, la variation du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail passe d'une augmentation de 1.53 km à une diminution de 0.91 km.

L'atténuation de la croissance du nombre des emplois est du même ordre pour ceux de la banlieue proche et ceux de la grande banlieue ; l'évolution obtenue à cet égard est – comparativement à ce que donne la modification invariante - un peu moins proche de ce qui a été observé en petite couronne de l'Ile-de-France, et plus proche pour la grande couronne.

Remarquons enfin que, pour 1975-2002 comme pour 2002-2007, il n'a pas été procédé à une modification exogène spécifique de la localisation des établissements d'études, qu'elle soit invariante ou variable.

**Tableau 16.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène invariante
(région capitale, modèle)**

		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4
part des actifs en 1975					
zone de résidence	centre	81 %	4 %	2 %	13 %
	banlieue proche	59 %	16 %	11 %	15 %
	grande banlieue	21 %	20 %	47 %	12 %
	toutes zones	51 %	14 %	21 %	14 %
part des actifs en 1990					
zone de résidence	centre	72 %	4 %	2 %	22 %
	banlieue proche	54 %	14 %	9 %	24 %
	grande banlieue	21 %	19 %	42 %	18 %
	toutes zones	45 %	14 %	20 %	21 %
part des actifs en 2002					
zone de résidence	centre	70 %	4 %	2 %	24 %
	banlieue proche	50 %	12 %	7 %	31 %
	grande banlieue	20 %	17 %	40 %	23 %
	toutes zones	42 %	12 %	20 %	26 %
part des actifs en 2007					
zone de résidence	centre	62 %	4 %	2 %	32 %
	banlieue proche	45 %	11 %	6 %	38 %
	grande banlieue	19 %	16 %	40 %	26 %
	toutes zones	37 %	12 %	20 %	31 %

* en appliquant à tous les horizons les valeurs de fonction retenues pour 1990

**Tableau 16.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène variable
(région capitale, modèle)**

		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4
part des actifs en 1975					
zone de résidence	centre	75 %	5 %	5 %	16 %
	banlieue proche	53 %	3 %	40 %	3 %
	grande banlieue	22 %	16 %	59 %	3 %
	toutes zones	48 %	8 %	38 %	6 %
part des actifs en 1990					
zone de résidence	centre	72 %	4 %	2 %	22 %
	banlieue proche	54 %	14 %	9 %	24 %
	grande banlieue	21 %	19 %	42 %	18 %
	toutes zones	45 %	14 %	20 %	21 %
part des actifs en 2002					
zone de résidence	centre	65 %	5 %	2 %	28 %
	banlieue proche	46 %	14%	8 %	33 %
	grande banlieue	20 %	23 %	37 %	20 %
	toutes zones	39 %	16 %	19 %	26 %
part des actifs en 2007					
zone de résidence	centre	69 %	5 %	3 %	23 %
	banlieue proche	45 %	17 %	16 %	23 %
	grande banlieue	18 %	37 %	34 %	11 %
	toutes zones	38 %	23 %	21 %	18 %

**Tableau 17.1 : Distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail
selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène invariante
(région capitale, km, modèle)**

		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4	tous segments
1975						
zone de résidence	centre	4.61	14.21	13.89	12.86	6.10
	banlieue proche	10.85	6.63	5.39	23.27	11.26
	grande banlieue	25.92	13.39	7.88	35.40	15.32
	toutes zones	10.40	10.11	7.49	24.44	11.44
1990						
zone de résidence	centre	5.68	16.52	16.45	15.12	8.18
	banlieue proche	11.05	6.54	5.84	23.64	12.78
	grande banlieue	25.06	15.32	8.69	44.01	18.79
	toutes zones	11.38	11.77	8.38	28.19	14.07
2002						
zone de résidence	centre	5.69	17.00	16.00	14.73	8.27
	banlieue proche	11.63	7.46	6.69	23.09	14.08
	grande banlieue	25.45	15.91	9.49	46.46	21.28
	toutes zones	11.73	12.54	9.20	29.51	15.69
2007						
zone de résidence	centre	6.15	16.65	16.52	14.53	9.19
	banlieue proche	11.80	7.71	6.50	23.48	15.27
	grande banlieue	25.70	15.85	10.10	48.99	22.94
	toutes zones	12.32	12.96	9.78	30.26	17.22

**Tableau 17.2 : Distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail
selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène variable
(région capitale, km, modèle)**

		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4	tous segments
1975						
zone de résidence	centre	4.58	13.82	13.37	12.66	6.54
	banlieue proche	10.88	6.56	5.97	23.29	9.03
	grande banlieue	24.09	14.84	8.32	33.26	13.07
	toutes zones	10.37	13.01	7.45	18.74	9.86
1990						
zone de résidence	centre	5.68	16.52	16.45	15.12	8.18
	banlieue proche	11.05	6.54	5.84	23.64	12.78
	grande banlieue	25.06	15.32	8.69	44.01	18.79
	toutes zones	11.38	11.77	8.38	28.19	14.07
2002						
zone de résidence	centre	5.67	16.72	15.70	14.66	8.72
	banlieue proche	11.62	7.50	6.70	23.13	14.15
	grande banlieue	25.32	16.37	9.73	46.47	20.81
	toutes zones	11.86	13.19	9.34	28.11	15.63
2007						
zone de résidence	centre	6.18	16.75	16.63	14.39	8.67
	banlieue proche	11.82	7.75	6.69	23.13	12.64
	grande banlieue	25.63	17.31	10.86	50.01	19.62
	toutes zones	12.06	14.47	9.82	27.67	14.72

**Tableau 18.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
sans modification exogène**
(région capitale, processus complet, milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue proche	grande banlieue	toutes zones
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	549	357	118	1 025
	banlieue proche	283	1 401	199	1 883
	grande banlieue	364	316	815	1 495
	toutes zones	1 196	2 074	1 132	4 403
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	462	363	169	994
	banlieue proche	233	1 314	214	1 760
	grande banlieue	375	368	1 044	1 787
	toutes zones	1 070	2 044	1 427	4 541
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	422	384	172	978
	banlieue proche	218	1 420	239	1 877
	grande banlieue	327	408	1 209	1 943
	toutes zones	966	2 212	1 620	4 798
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	392	406	192	991
	banlieue proche	202	1 432	257	1 892
	grande banlieue	341	455	1 404	2 200
	toutes zones	935	2 294	1 854	5 082

**Tableau 18.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène variable**
(région capitale, processus complet, milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue proche	grande banlieue	toutes zones
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	753	219	53	1 025
	banlieue proche	738	1 012	132	1 883
	grande banlieue	360	208	928	1 496
	toutes zones	1 851	1 439	1 113	4 403
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	663	246	85	994
	banlieue proche	638	969	156	1 763
	grande banlieue	379	296	1 109	1 785
	toutes zones	1 680	1 511	1 350	4 541
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	614	260	103	978
	banlieue proche	573	1 112	194	1 879
	grande banlieue	333	355	1 253	1 942
	toutes zones	1 520	1 728	1 550	4 798
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	625	250	116	991
	banlieue proche	576	1 130	190	1 895
	grande banlieue	359	434	1 403	2 196
	toutes zones	1 559	1 815	1 708	5 082

III.2.2.4 Résultats de localisation des résidences

Pour la période 1975-2007, les tableaux 19.1 et 19.2, 20.1 et 20.2 permettent de comparer l'évolution des caractéristiques de la population des zones, respectivement observée en Ile-de-France et reconstituée par le modèle pour la région capitale. Les figures 10, 11 et 12.1 à 12.5 reprennent les données des tableaux et permettent de comparer les évolutions de la part prise par chaque zone de résidence dans la population des ménages (toutes tailles confondues ou par taille) ou des individus, telles qu'observée en Ile-de-France et produite par le modèle dans la région capitale. Enfin, les tableaux 21 à 23 complètent les précédents pour ce qui est du modèle par les résultats de distribution des individus selon les zones fines ou de distribution des ménages des différentes zones selon les tranches de revenu par ménage ou par unité de consommation.

Il apparaît que données d'observation et résultats du modèle sont assez proches⁴⁹, surtout pour les aspects démographiques et un peu moins en ce qui concerne la dispersion des revenus.

- On retrouve les phénomènes bien connus de la quasi-stagnation du nombre de ménages dans la zone centre (accompagnée par la diminution du nombre d'individus) et de l'augmentation modérée des nombres de ménages et d'individus dans la zone banlieue proche, l'essentiel de la croissance démographique de la région étant capté par la zone grande banlieue. Dans cette dernière zone, en outre, l'accroissement du nombre des individus est d'autant plus forte que l'on s'éloigne du centre de la région.

La seule différence notable avec ce qui a été observé en Ile-de-France tient, pour le modèle, à une hausse plus faible du nombre des ménages d'une personne en grande banlieue. Nous n'avons pas pu identifier les raisons de cette différence.

On relève également, pour toutes les zones, une baisse du nombre des enfants en bas âge selon le modèle au lieu d'une hausse. Mais cet écart vient d'une différence entre l'évolution démographique de l'ensemble de l'Ile-de-France et les hypothèses faites pour l'application du modèle ; compte tenu de la structure des ménages selon la composition, il n'était possible d'obtenir des évolutions des nombres de ménages et du nombre total d'individus de plus de 6 ans qui soient proches de celles de l'Ile-de-France qu'au prix d'une différence sur les enfants en bas âge. Cela ne perturbe pas véritablement la comparaison des données d'observation et des résultats du modèle en matière de transport, puisque l'on se limite à la mobilité des individus de plus de 6 ans.

⁴⁹ On notera qu'une proximité (resp. un écart) entre données d'observation et résultats du modèle ne révèle pas nécessairement la capacité (resp. l'incapacité) de ce dernier à reproduire la réalité, dans la mesure où – faute de moyens de vérification de notre part – certaines des hypothèses exogènes retenues pour l'application de M.A.T.I.S.S.E. ne correspondent peut-être pas exactement aux véritables caractéristiques de contexte socio-économique et d'offre de transport.

- Alors que l'augmentation de la part des ménages ou des individus résidant dans la grande banlieue est proche de ce qui a été observé dans la grande couronne de 1975 à 2007, elle est un peu plus faible si l'on se limite à la période 1975-1990. Un résultat inverse est obtenu pour la banlieue proche comparée à la petite couronne. Une autre façon de dire cela consiste à remarquer qu'en termes de part dans la population totale, l'essentiel de l'essor de la grande couronne s'est fait au cours des quinze premières années, alors que celui donné par le modèle pour la grande banlieue reste approximativement linéaire sur l'ensemble des trente-deux années. La différence vient avant tout des ménages de deux, trois et cinq personnes. Nous n'avons pas encore identifié ce qu'il fallait améliorer dans le modèle à cet égard.

- Selon le modèle, le rapport des revenus moyens des quatrième et premier quartiles de revenu par ménage augmente pour les zones centre et banlieue proche à peu près dans les mêmes proportions, alors que – selon les quelques indications dont nous disposons – il semble s'être bien plus accru dans Paris et avoir stagné dans la petite couronne.

Il semble que, dans la prise en compte de la contrainte du marché foncier, la priorité donnée aux premier et quatrième quartiles pour l'occupation des logements de la zone centre ne suffise pas à représenter le fait que les classes moyennes se trouvent progressivement exclues de Paris, alors que certains types de ménages de revenu modeste peuvent encore y trouver des logements (dans le secteur aidé ou dans certains quartiers défavorisés).

- Enfin, il se pourrait que la forte augmentation du nombre d'individus dans la zone fine 10 soit exagérée. Peut-être la croissance démographique de la grande banlieue devrait-elle se faire plus au profit des zones fines plus proches du centre que ne le dit le modèle.

Tableau 19.1 : Nombre de ménages selon la taille et la zone de résidence
(Ile-de-France, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
données d'observation*)

		1975	1990	1999	2007	1975-2007
centre	une pers.	488	546	582	586	+ 20 %
	deux pers.	328	299	288	308	- 6 %
	trois pers.	155	124	116	115	- 26 %
	quatre pers.	87	84	79	83	- 5 %
	cinq pers. et +	51	46	46	47	- 8 %
	tous	1 109	1 095	1 111	1 139	+ 3 %
petite couronne	une pers.	336	476	558	630	+ 88 %
	deux pers.	405	453	464	506	+ 25 %
	trois pers.	311	283	266	276	- 11 %
	quatre pers.	219	225	221	234	+ 7 %
	cinq pers. et +	156	135	140	153	- 2 %
	tous	1 427	1 572	1 649	1 799	+ 26 %
grande couronne	une pers.	184	320	421	512	+ 178 %
	deux pers.	289	425	506	581	+ 101 %
	trois pers.	262	324	326	331	+ 26 %
	quatre pers.	225	314	312	315	+ 40 %
	cinq pers. et +	182	183	184	185	+ 2 %
	tous	1 142	1 566	1 749	1 924	+ 68 %

*R.G.P. 1975, 1990, 1999 et 2007

Tableau 19.2 : Nombre de ménages selon la taille et la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	une pers.	482	518	557	570	+ 18 %
	deux pers.	319	294	284	278	- 13 %
	trois pers.	147	128	120	116	- 21 %
	quatre pers.	92	88	85	83	- 10 %
	cinq pers. et +	60	72	54	53	- 12 %
	tous	1 100	1 100	1 100	1 100	0 %
banlieue proche	une pers.	333	486	567	616	+ 85 %
	deux pers.	402	479	481	475	+ 18 %
	trois pers.	314	293	278	264	- 16 %
	quatre pers.	218	223	236	237	+ 9 %
	cinq pers. et +	169	142	153	152	- 10 %
	tous	1 436	1 623	1 716	1 745	+ 22 %
grande banlieue	une pers.	216	344	437	479	+ 122 %
	deux pers.	290	405	504	611	+ 111 %
	trois pers.	270	305	308	327	+ 21 %
	quatre pers.	244	319	316	332	+ 36 %
	cinq pers. et +	155	120	130	140	- 10 %
	tous	1 174	1 493	1 694	1 889	+ 61 %

Tableau 20.1 : Nombre d'individus selon la catégorie et la zone de résidence
(Ile-de-France, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
données d'observation*)

		1975/1976	1990/1991	1999/2001	2007	1975-2007
centre	enfants en bas âge	102	100	97	112	+ 10 %
	enfants	323	302	291	297	- 8 %
	actifs	1 110	970	1 030	1 097	- 1 %
	non-actifs (y.c. étudiants)	347	435	380	360	+ 4 %
	retraités	415	344	327	309	- 26 %
	tous	2 297	2 151	2 125	2 175	- 5 %
petite couronne	enfants en bas âge	258	247	244	311	+ 21 %
	enfants	882	782	782	830	- 6 %
	actifs	1 860	1 760	1 820	1 967	+ 6 %
	non-actifs (y.c. étudiants)	536	739	669	697	+ 30 %
	retraités	440	459	522	536	+ 22 %
	tous	3 976	3 987	4 037	4 341	+ 9 %
grande couronne	enfants en bas âge	273	298	284	349	+ 28 %
	enfants	942	1 057	1 063	1 074	+ 14 %
	actifs	1 600	1 970	2 120	2 321	+ 45 %
	non-actifs (y.c. étudiants)	445	782	789	743	+ 67 %
	retraités	343	415	529	595	+ 73 %
	tous	3 603	4 522	4 785	5 082	+ 41 %

*R.G.P. 1975, 1990, 1999 et 2007, E.G.T. 1976, 1991 et 2001

Tableau 20.2 : Nombre d'individus selon la catégorie et la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	enfants en bas âge	124	110	93	96	- 23 %
	enfants	299	335	322	300	+ 0 %
	étudiants	151	170	186	178	+ 18 %
	actifs	1 025	994	978	991	- 3 %
	non-actifs	167	248	171	178	+ 7 %
	retraités	463	346	345	329	- 29 %
	tous	2 229	2 203	2 095	2 073	- 7 %
banlieue proche	enfants en bas âge	351	219	243	280	- 20 %
	enfants	705	741	759	723	+ 3 %
	étudiants	141	241	300	312	+ 121 %
	actifs	1 883	1 763	1 879	1 895	+ 1 %
	non-actifs	364	510	409	393	+ 8 %
	retraités	352	454	486	467	+ 33 %
	tous	3 796	3 927	4 076	4 070	+ 7 %
grande banlieue	enfants en bas âge	344	230	208	245	- 29 %
	enfants	777	972	1 003	1 051	+ 35 %
	étudiants	97	149	175	191	+ 97 %
	actifs	1 496	1 785	1 942	2 196	+ 47 %
	non-actifs	290	410	426	423	+ 46 %
	retraités	351	400	528	605	+ 72 %
	tous	3 355	3 946	4 281	4 711	+ 40 %

Figure 10 : Distribution des ménages selon les zones de résidence
 (Ile-de-France ou région capitale,
 nombre de ménages de la zone rapporté au nombre total de ménages)

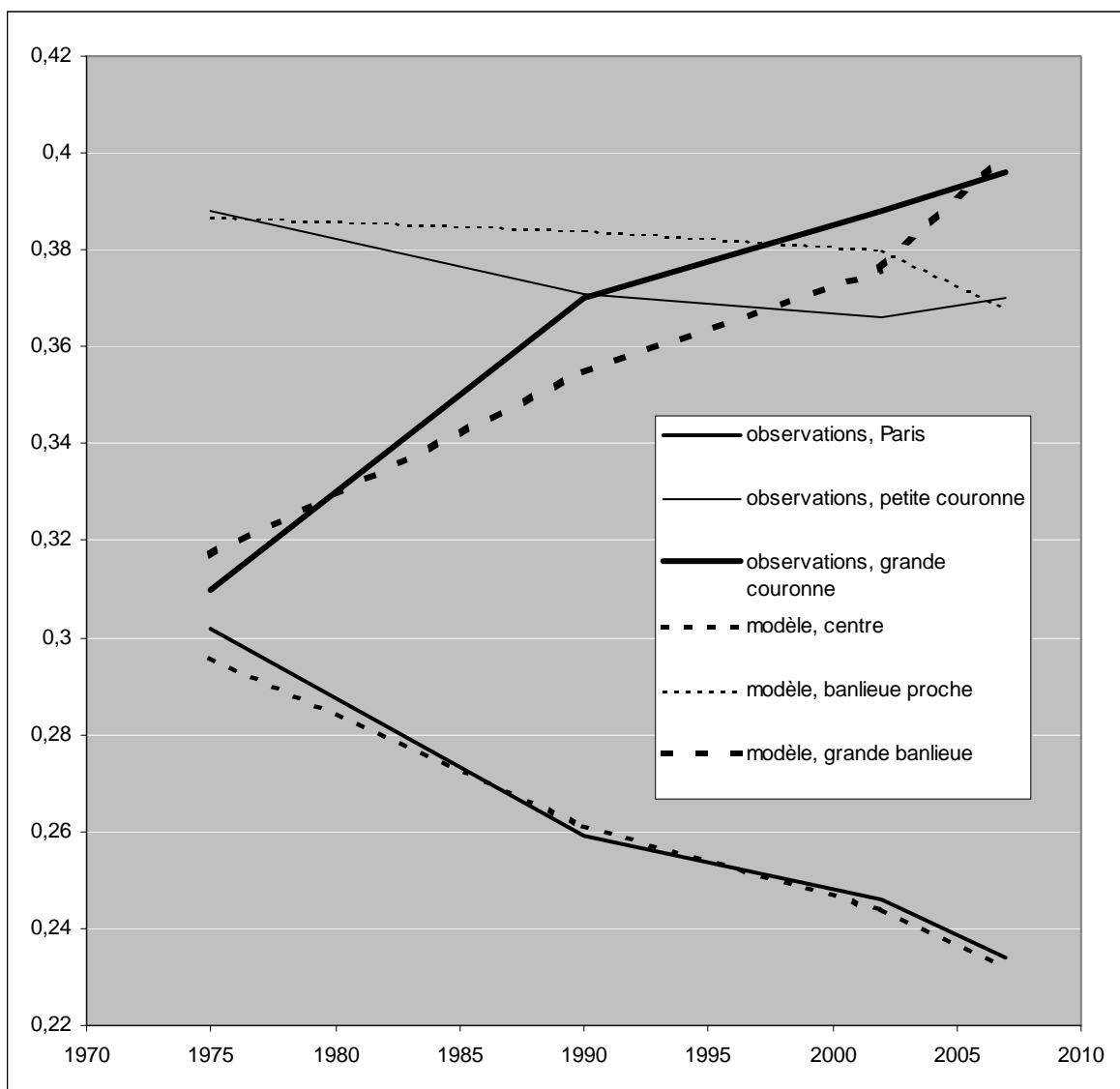
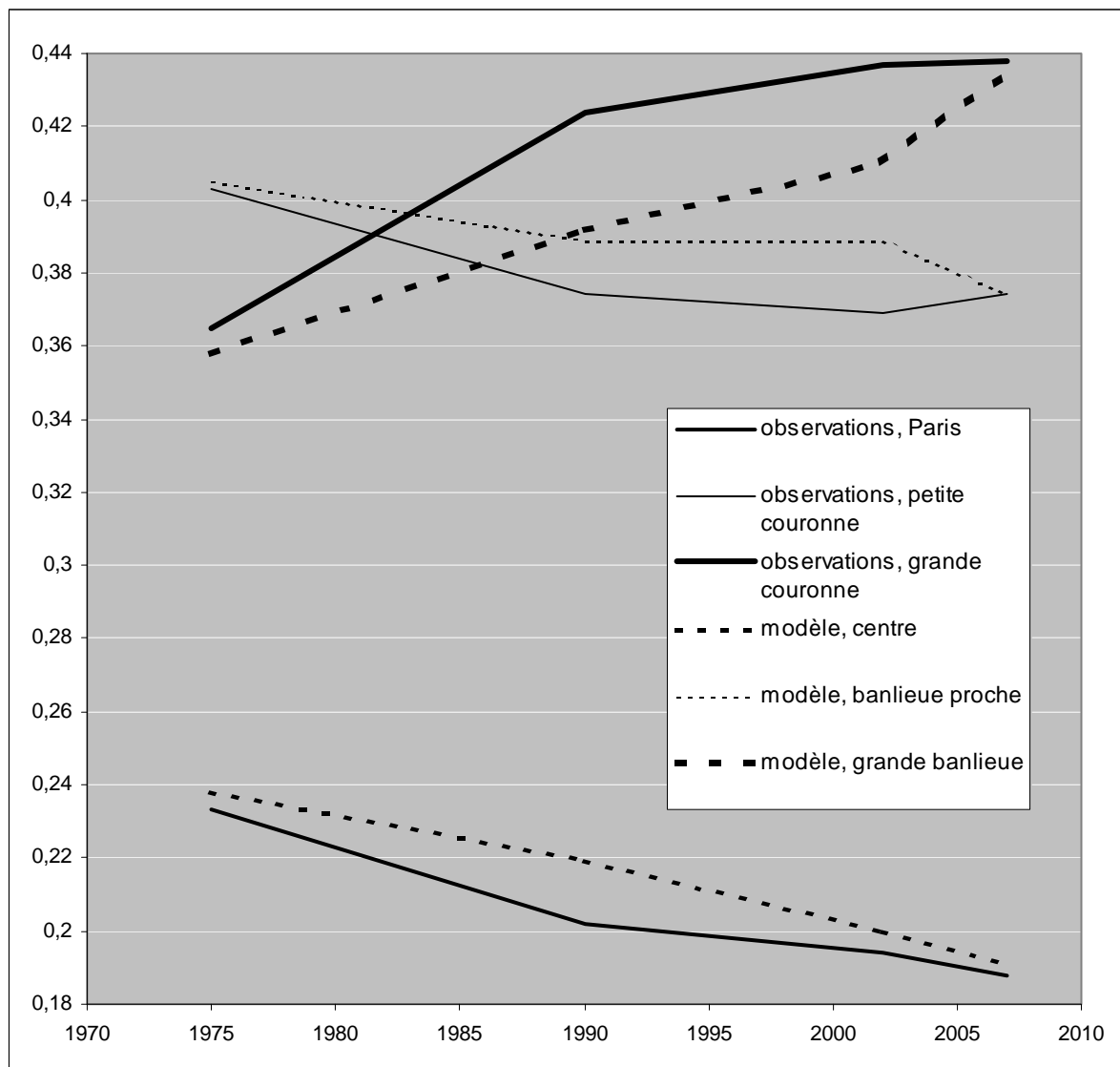
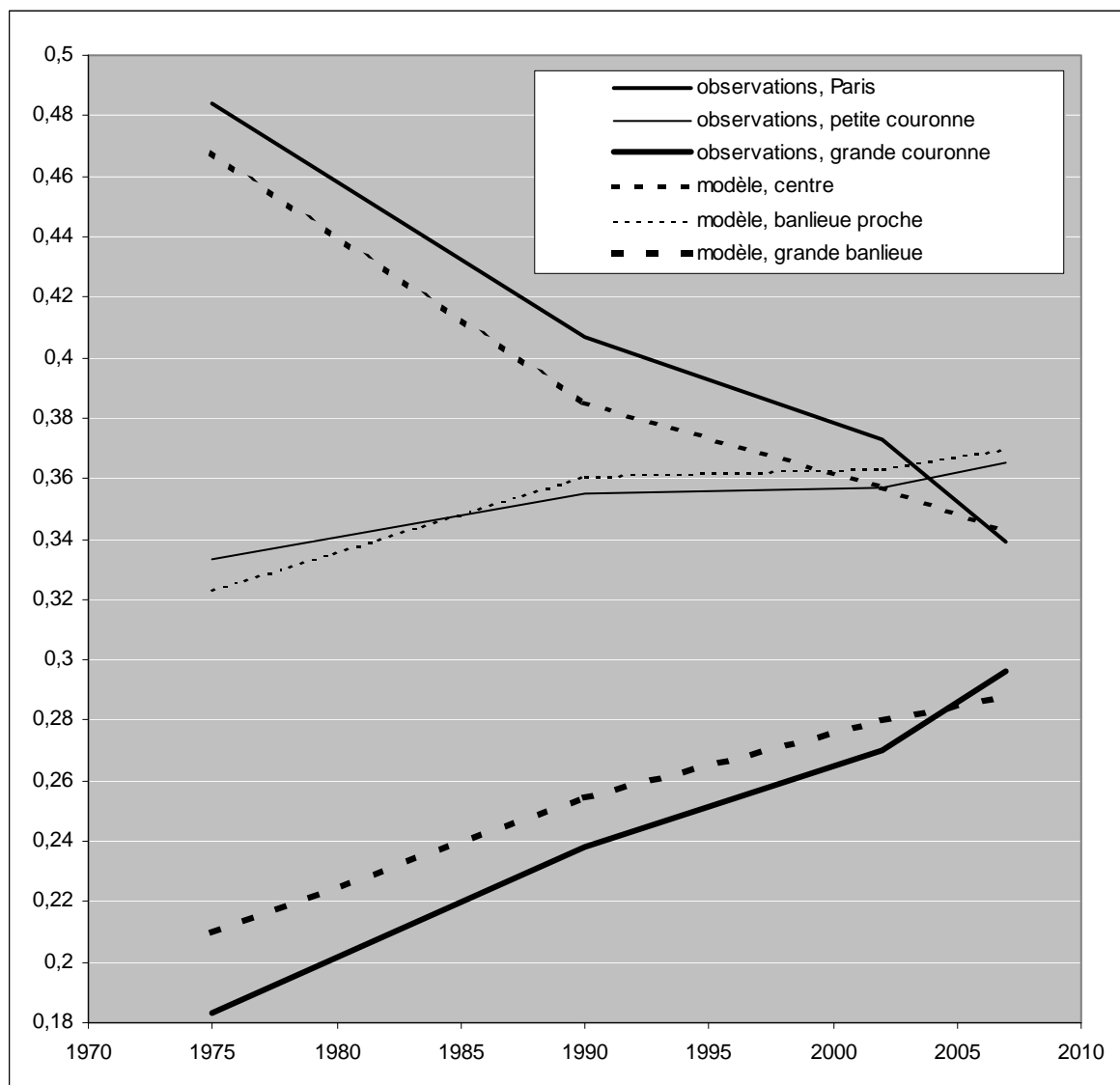


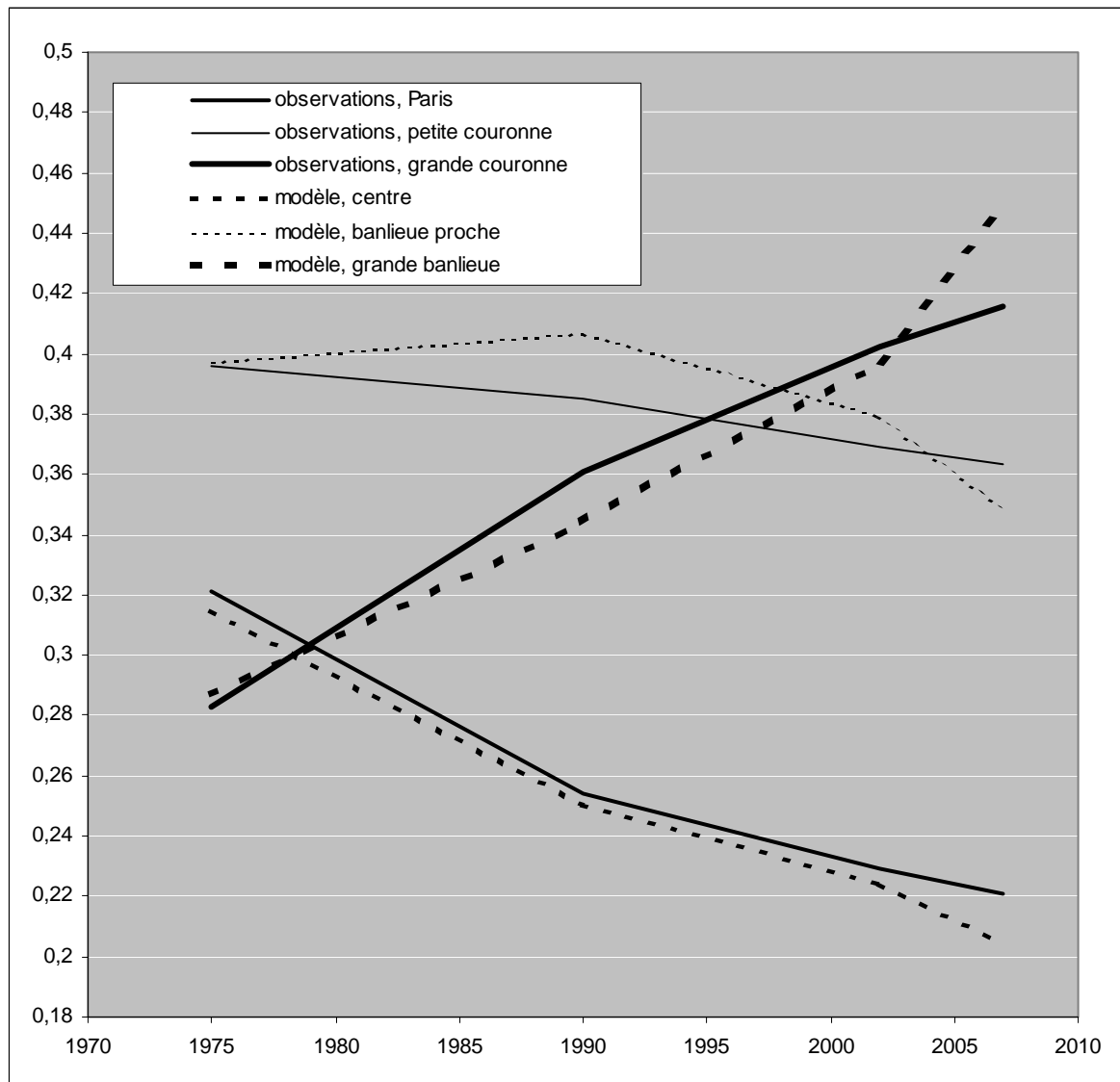
Figure 11 : Distribution des individus selon les zones de résidence
 (Ile-de-France ou région capitale,
 nombre d'individus de la zone rapporté au nombre total d'individus)



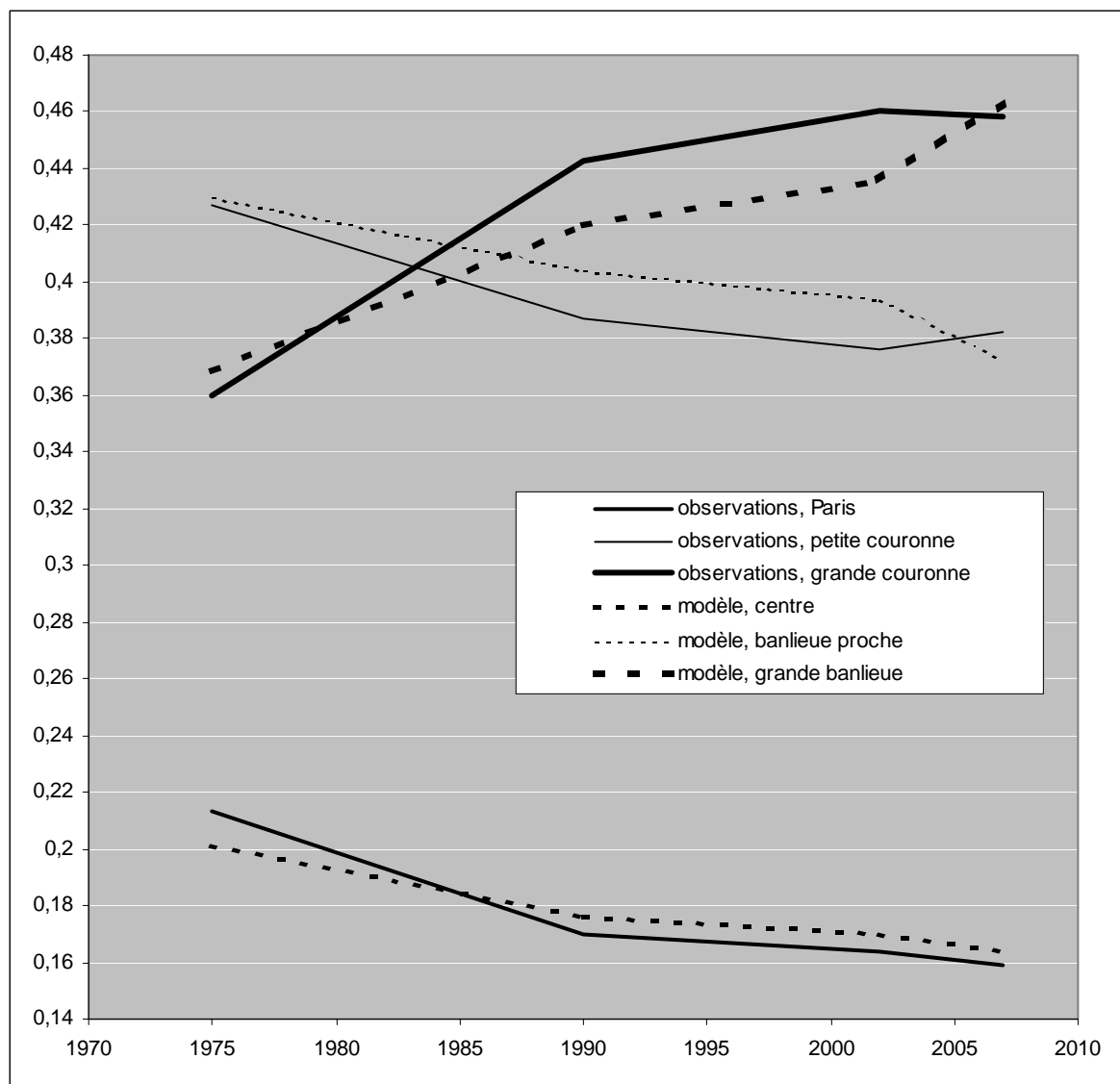
**Figure 12.1 : Distribution des ménages d'une personne
selon les zones de résidence**
(Ile-de-France ou région capitale,
nombre de ménages de la zone rapporté au nombre total de ménages)



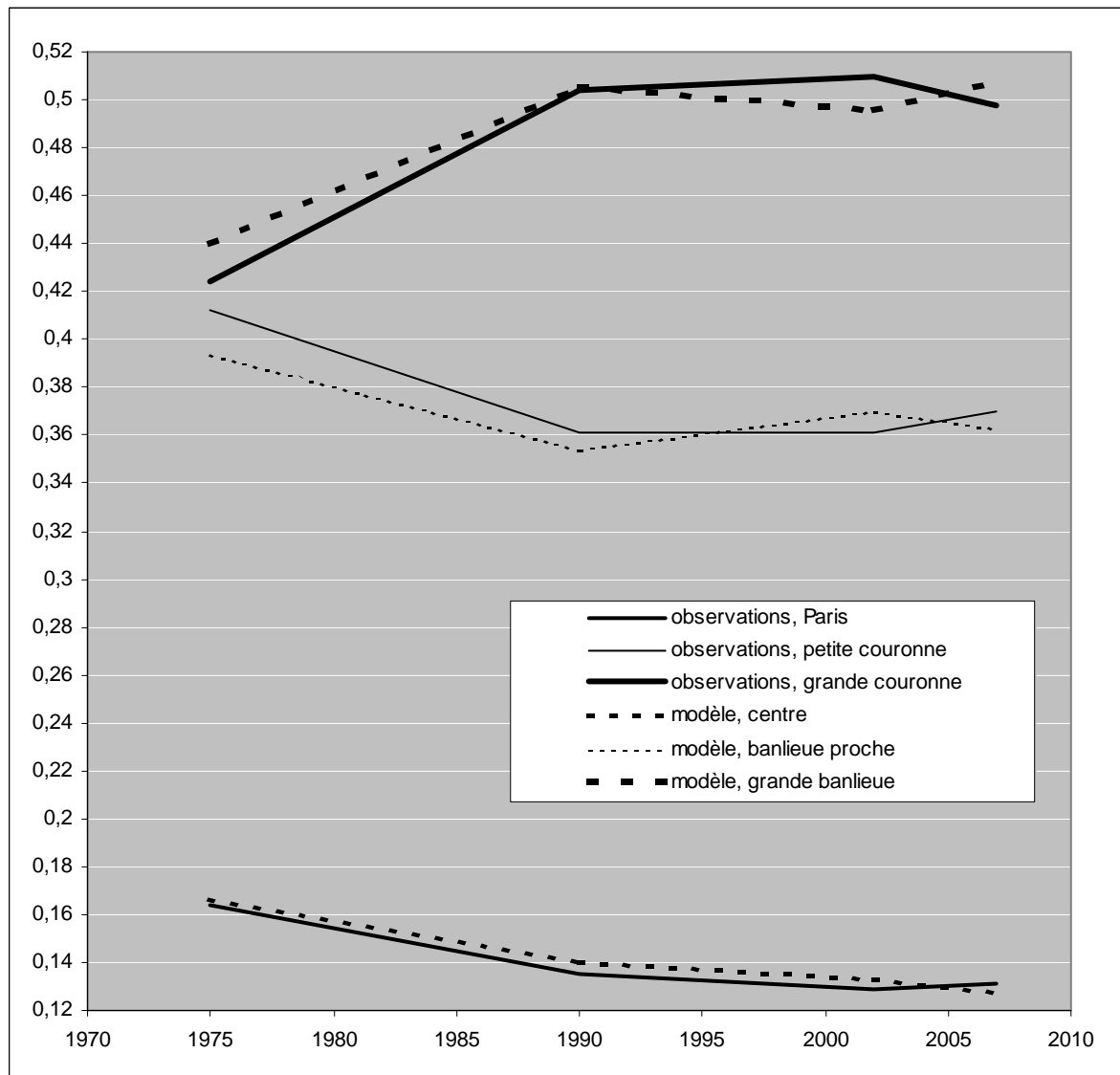
**Figure 12.2 : Distribution des ménages de deux personnes
selon les zones de résidence**
(Ile-de-France ou région capitale,
nombre de ménages de la zone rapporté au nombre total de ménages)



**Figure 12.3 : Distribution des ménages de trois personnes
selon les zones de résidence**
(Ile-de-France ou région capitale,
nombre de ménages de la zone rapporté au nombre total de ménages)



**Figure 12.4 : Distribution des ménages de quatre personnes
selon les zones de résidence**
(Ile-de-France ou région capitale,
nombre de ménages de la zone rapporté au nombre total de ménages)



**Figure 12.5 : Distribution des ménages de cinq personnes
selon les zones de résidence**
(Ile-de-France ou région capitale,
nombre de ménages de la zone rapporté au nombre total de ménages)

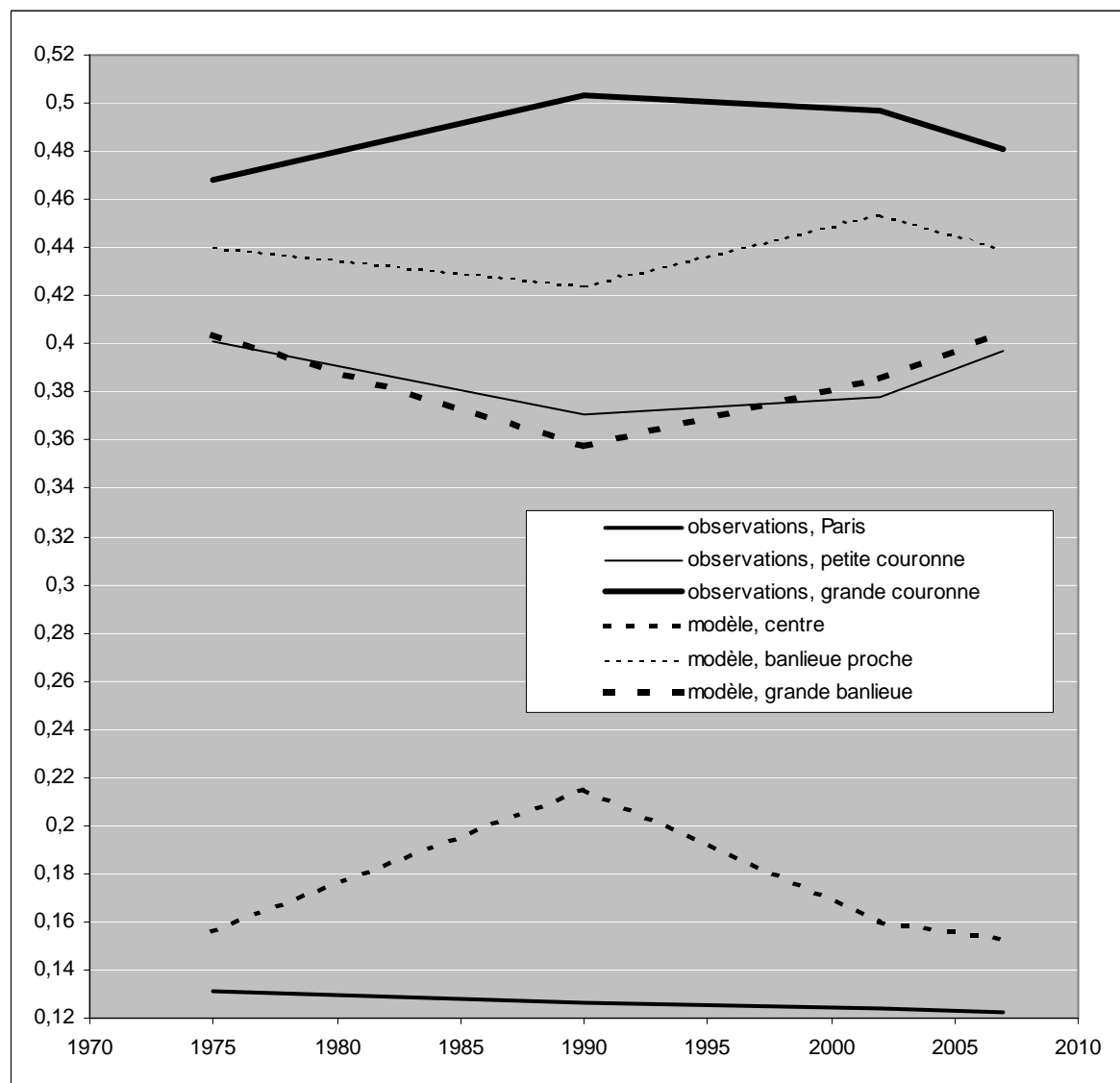


Tableau 21 : Nombre d'individus selon les zones fines
(région capitale, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	zone fine 1	2 229	2 203	2 095	2 073	- 7 %
banlieue proche	zone fine 2	1 730	1 675	1 683	1 660	- 4 %
	zone fine 3	2 066	2 252	2 393	2 410	+ 17 %
grande banlieue	zone fine 4	509	537	489	511	+ 0 %
	zone fine 5	623	597	565	548	- 12 %
	zone fine 6	635	571	552	551	- 13 %
	zone fine 7	524	563	534	532	+ 2 %
	zone fine 8	266	424	392	446	+ 68 %
	zone fine 9	274	375	523	617	+ 125 %
	zone fine 10	524	878	1 227	1 507	+ 188 %

Tableau 22 : Caractéristiques de revenu des ménages selon la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
valeur moyenne du revenu par ménage (€)						
	centre	40 582	45 702	49 103	51 379	+ 27 %
	banlieue proche	37 943	41 974	45 104	46 254	+ 22 %
	grande banlieue	34 478	43 424	46 274	47 171	+ 37 %
rapport du revenu moyen du dernier quartile au revenu moyen du premier quartile (ménages ordonnés selon le revenu)						
	centre	7.74	5.57	9.40	9.71	+ 25 %
	banlieue proche	5.05	4.59	5.76	6.13	+ 21 %
	grande banlieue	5.05	3.96	4.33	4.26	- 16 %
valeur moyenne du revenu par ménage selon la taille du ménage (€)						
centre	une personne	22 523	25 393	27 700	28 662	+ 27 %
	deux personnes	39 826	45 815	55 709	61 192	+ 54 %
	trois personnes	62 014	70 653	77 532	83 159	+ 34 %
	quatre personnes	73 076	85 539	96 325	97 467	+ 33 %
	cinq personnes et +	87 232	97 970	97 616	101 983	+ 17 %
banlieue proche	une personne	20 128	24 075	26 471	27 252	+ 35 %
	deux personnes	30 117	34 453	38 497	40 531	+ 35 %
	trois personnes	42 860	50 065	53 076	54 114	+ 26 %
	quatre personnes	50 148	64 295	70 011	72 961	+ 45 %
	cinq personnes et +	66 789	76 683	81 859	85 630	+ 28 %
grande banlieue	une personne	16 649	22 630	25 620	26 892	+ 62 %
	deux personnes	24 371	34 629	36 741	37 683	+ 55 %
	trois personnes	38 489	50 638	55 896	56 535	+ 47 %
	quatre personnes	49 990	63 958	68 511	71 533	+ 43 %
	cinq personnes et +	46 854	59 718	75 748	78 255	+ 67 %

Tableau 23 : Caractéristiques de revenu par unité de consommation des ménages et des individus de plus de 6 ans selon la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
valeur moyenne du revenu par unité de consommation (€)						
	centre	24 716	28 191	31 520	33 215	+ 34 %
	banlieue proche	18 940	22 381	24 434	25 443	+ 34 %
	grande banlieue	16 348	21 830	24 025	24 718	+ 51 %
rapport du revenu moyen par u.c. du dernier quartile au revenu moyen par u.c. du premier quartile (ménages ordonnés selon le revenu par u.c.)						
	centre	4.52	3.07	5.85	6.22	+ 38 %
	banlieue proche	3.60	3.24	4.01	4.27	+ 19 %
	grande banlieue	3.44	2.77	2.98	3.03	- 12 %
valeur moyenne du revenu par unité de consommation selon la catégorie de l'individu (en attribuant à chaque individu le revenu par u.c. du ménage dont il fait partie) (€)						
centre	enfants	26 255	30 482	32 421	33 143	+ 26 %
	étudiants	17 667	22 786	25 939	27 193	+ 54 %
	actifs	25 846	28 679	31 560	33 344	+ 29 %
	non-actifs	25 795	24 605	31 098	29 702	+ 15 %
	retraités	23 788	31 028	35 157	39 614	+ 67 %
banlieue proche	enfants	19 139	23 267	24 578	25 359	+ 32 %
	étudiants	14 181	17 568	19 394	20 246	+ 43 %
	actifs	18 949	22 364	24 245	25 530	+ 35 %
	non-actifs	18 268	20 425	21 862	21 856	+ 20 %
	retraités	20 938	25 676	29 810	31 309	+ 50 %
grande banlieue	enfants	16 609	21 737	24 456	25 115	+ 51 %
	étudiants	15 087	18 365	21 958	23 181	+ 54 %
	actifs	17 138	22 065	24 478	25 308	+ 48 %
	non-actifs	16 346	21 823	22 576	23 890	+ 46 %
	retraités	12 728	22 043	23 315	22 816	+ 79 %

III.2.3 Cas des régions représentatives du reste du pays

III.2.3.1 Modification exogène de la localisation des emplois et des établissements d'études et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail ou d'études

Comme pour la région capitale, si l'on souhaite que l'application du modèle reflète l'évolution de l'éloignement entre lieux de résidence et de travail, il convient de forcer quelque peu la répartition des ménages d'une classe selon les segments qui lui correspondent, en faisant varier la valeur de la fonction $typelieutravailétudes_{H,S}(zonerésidence_{menagetype})$ selon les années.

- Dans le cas de la région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants, on a vu au paragraphe II.2.1.4 qu'il existait pour chaque ménage-type (et donc pour chaque segment) un jumeau qui présente exactement les mêmes caractéristiques, lieu(x) de travail excepté(s). Les deux jumeaux et les segments qu'ils représentent se différencient pour le premier par des lieux de travail situés plutôt à courte ou moyenne distance du lieu de résidence et pour le second par des lieux de travail plutôt situés à une distance plus longue du lieu de résidence. On peut donc faire varier la valeur de la fonction de façon à privilégier plus ou moins les segments de type d'emploi 1 ou ceux de type 2.
- Pour les deux autres régions, toutes choses égales par ailleurs, une variation de la valeur de la fonction pour certains segments de ménage-type ayant un certain type de lieu d'emploi permet de privilégier (resp. pénaliser) ces segments de ménages et donc de favoriser (resp. défavoriser) les types d'emploi concernés.

Les tableaux 24.1 et 24.2, 25.1 et 25.2, 26.1 et 26.2, 27.1 et 27.2 présentent les résultats obtenus pour chaque horizon respectivement avec une modification exogène invariante et avec une modification variable, quant à la distribution des actifs selon les lieux de résidence et de travail⁵⁰ et aux distances moyennes par trajet des voyages de motif travail.

Par rapport à une modification exogène invariante, dans le cas de la région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants, à l'image de ce qui a été fait pour la région capitale de 1975 à 2002, la modification exogène variable a pour effet d'accentuer la tendance à l'accroissement de la proportion des segments de type 2. Par suite, pour l'ensemble des actifs de la région, l'augmentation du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail sur la période 1975-2007 passe de 5.52 km avec modification invariante à 7.67 km avec modification variable.

Dans le cas des régions représentatives des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants (resp. des autres aires), l'augmentation du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail sur la période passe de 2.91 km à 5.23 km (resp. de 2.00 km à 5.61 km). Cet accroissement vient notamment d'une multiplication des actifs qui occupent un emploi localisé hors de la région, par exemple dans une aire urbaine limitrophe de poids économique plus important. Certes ces cas de figure restent encore marginaux selon le modèle, y compris en 2007, mais il resterait à vérifier si leur multiplication correspond bien à ce qui s'est passé en France.

Remarquons que pour chaque région, la modification exogène variable porte non seulement sur la localisation des emplois, mais aussi – dans une moindre mesure – sur celle des établissements d'études.

⁵⁰ Ces résultats sont donnés en appliquant pour chaque région le facteur multiplicatif du nombre des ménages permettant de passer des trois régions à l'ensemble du reste du pays (à savoir resp. 18, 84 et 275).

**Tableau 24.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène invariante**
(région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants,
milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue	périphérie et rural	hors aire urbaine
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	1 608	335	81	-
	banlieue	343	681	193	-
	périphérie et rural	531	659	780	-
	toutes zones	2 483	1 675	1 053	-
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	1 564	361	138	-
	banlieue	378	758	214	-
	périphérie et rural	600	839	830	-
	toutes zones	2 542	1 958	1 182	-
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	1 640	363	172	-
	banlieue	367	816	226	-
	périphérie et rural	617	937	915	-
	toutes zones	2 624	2 116	1 314	-
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	1.743	400	167	-
	banlieue	398	909	248	-
	périphérie et rural	680	1 083	994	-
	toutes zones	2 821	2 392	1 408	-

**Tableau 24.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène variable**
(région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants,
milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue	périphérie et rural	hors aire urbaine
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	1 633	314	77	-
	banlieue	446	512	259	-
	périphérie et rural	502	584	883	-
	toutes zones	2 581	1 410	1 219	-
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	1 564	361	138	-
	banlieue	378	758	214	-
	périphérie et rural	600	839	830	-
	toutes zones	2 542	1 958	1 182	-
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	1 589	404	183	-
	banlieue	322	879	208	-
	périphérie et rural	659	985	824	-
	toutes zones	2 570	2 268	1 215	-
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	1 732	409	169	-
	banlieue	357	952	246	-
	périphérie et rural	596	1 128	1 033	-
	toutes zones	2 684	2 489	1 448	-

**Tableau 25.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène invariante**
(région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants,
milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue	périphérie et rural	hors aire urbaine
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	1 619	451	92	54
	banlieue	412	681	206	84
	périphérie et rural	340	424	689	159
	toutes zones	2 371	1 556	987	297
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	1 717	363	97	62
	banlieue	481	695	219	110
	périphérie et rural	457	518	753	209
	toutes zones	2 655	1 576	1 070	381
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	1 851	360	89	49
	banlieue	502	671	225	131
	périphérie et rural	559	568	781	269
	toutes zones	2 912	1 598	1 094	449
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	1 985	401	98	52
	banlieue	589	718	240	144
	périphérie et rural	629	637	837	291
	toutes zones	3 202	1 757	1 175	487

**Tableau 25.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène variable**
(région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants,
milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue	périphérie et rural	hors aire urbaine
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	1 883	344	86	0
	banlieue	472	661	213	56
	périphérie et rural	351	398	686	59
	toutes zones	2 706	1 404	985	115
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	1 717	363	97	62
	banlieue	481	695	219	110
	périphérie et rural	457	518	753	209
	toutes zones	2 655	1 576	1 070	381
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	1 833	349	89	78
	banlieue	473	693	236	124
	périphérie et rural	474	608	865	231
	toutes zones	2 781	1 649	1 190	433
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	1 965	391	98	83
	banlieue	511	786	246	141
	périphérie et rural	502	672	967	259
	toutes zones	2 978	1 849	1 311	484

**Tableau 26.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène invariante**
(région représentative des autres aires,
milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue	périphérie et rural	hors aire urbaine
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	1 839	455	100	40
	banlieue	430	569	185	91
	périphérie et rural	276	362	707	167
	toutes zones	2 546	1 387	992	298
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	2 025	387	121	68
	banlieue	476	555	195	110
	périphérie et rural	317	457	765	223
	toutes zones	2 818	1 398	1 081	401
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	2.186	371	96	63
	banlieue	549	530	193	131
	périphérie et rural	356	488	819	289
	toutes zones	3 091	1 389	1 109	483
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	2 335	411	105	65
	banlieue	646	564	209	146
	périphérie et rural	413	548	882	316
	toutes zones	3 395	1 524	1 196	527

**Tableau 26.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène variable**
(région représentative des autres aires,
milliers, modèle)

zone de travail		centre	banlieue	périphérie et rural	hors aire urbaine
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	2 055	410	95	0
	banlieue	495	466	182	54
	périphérie et rural	292	342	769	63
	toutes zones	2 842	1 218	1 046	117
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	2 025	387	121	68
	banlieue	476	555	195	110
	périphérie et rural	317	457	765	223
	toutes zones	2 818	1 398	1 081	401
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	2 119	404	98	94
	banlieue	478	587	218	124
	périphérie et rural	350	489	818	293
	toutes zones	2 948	1 480	1 134	510
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	2 260	451	108	97
	banlieue	569	626	237	136
	périphérie et rural	405	551	881	320
	toutes zones	3 235	1 628	1 226	553

**Tableau 27.1 : Distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail
selon les zones de résidence
avec modification exogène invariante
(reste du pays, km, modèle)**

		aires urbaines de plus de 450 000 habitants	aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants	autres aires	ensemble du reste du pays
1975					
zone de résidence	centre	5.70	7.43	6.42	6.52
	banlieue	16.75	14.40	14.16	15.05
	périphérie et rural	16.16	17.25	16.65	16.65
	toutes zones	11.97	12.30	11.20	11.82
1990					
zone de résidence	centre	7.47	7.51	6.77	7.22
	banlieue	18.07	15.91	14.74	16.23
	périphérie et rural	20.11	20.08	19.33	19.87
	toutes zones	14.90	13.96	12.43	13.76
2002					
zone de résidence	centre	7.28	6.75	6.17	6.69
	banlieue	18.72	17.69	15.75	17.38
	périphérie et rural	22.83	22.03	20.75	21.94
	toutes zones	16.11	14.90	12.96	14.64
2007					
zone de résidence	centre	7.41	6.81	6.25	6.78
	banlieue	18.95	17.59	15.98	17.49
	périphérie et rural	25.75	22.88	21.07	23.40
	toutes zones	17.49	15.21	13.20	15.28

**Tableau 27.2 : Distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail
selon les zones de résidence
avec modification exogène variable
(reste du pays, km, modèle)**

		aires urbaines de plus de 450 000 habitants	aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants	autres aires	ensemble du reste du pays
1975					
zone de résidence	centre	5.07	4.53	4.82	4.80
	banlieue	13.18	11.72	11.59	12.15
	périphérie et rural	13.39	13.41	12.15	13.03
	toutes zones	9.90	8.93	8.33	9.06
1990					
zone de résidence	centre	7.47	7.51	6.77	7.22
	banlieue	18.07	15.91	14.74	16.23
	périphérie et rural	20.11	20.08	19.33	19.87
	toutes zones	14.90	13.96	12.43	13.76
2002					
zone de résidence	centre	8.28	7.96	7.51	7.89
	banlieue	20.08	16.78	16.33	17.68
	périphérie et rural	25.12	20.43	20.86	22.27
	toutes zones	17.74	14.57	13.77	15.33
2007					
zone de résidence	centre	7.59	7.95	7.50	7.68
	banlieue	19.60	15.29	16.45	17.02
	périphérie et rural	25.38	20.24	21.19	22.43
	toutes zones	17.57	14.16	13.94	15.20

III.2.3.2 Résultats de localisation des résidences

Les tableaux 28 à 36 donnent l'évolution des caractéristiques de la population des zones, reconstituée par le modèle chacune des trois régions représentatives du reste du pays⁵¹.

Il conviendrait de rassembler des données d'observation et de les comparer aux résultats du modèle comme cela a été fait plus haut pour l'Ile-de-France. Cela demanderait un certain travail d'exploitation des recensements de la population qui n'a pu être mené dans le cadre de la recherche présentée ici.

En l'absence de comparaison, on peut remarquer que, à l'image de la région capitale pour la zone fine 10, la forte augmentation du nombre d'individus dans les zones fines 8 à 10 est peut-être exagérée pour la région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants. Il en est de même pour la région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants, mais les taux de croissance très élevés portent dans ce cas sur des nombres de résidents faibles comparés aux autres zones.

⁵¹ Comme ceux de III.2.3.1, les résultats sont donnés en appliquant pour chaque région le facteur multiplicatif du nombre des ménages permettant de passer des trois régions à l'ensemble du reste du pays (à savoir resp. 18, 84 et 275).

Tableau 28 : Nombre de ménages selon la taille et la zone de résidence
(région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	une pers.	477	681	971	1 031	+ 116 %
	deux pers.	624	726	766	784	+ 26 %
	trois pers.	314	334	320	308	- 2 %
	quatre pers.	211	212	194	190	- 10 %
	cinq pers. et +	350	253	189	177	- 49 %
	tous	1 976	2 207	2 438	2 489	+ 26 %
banlieue	une pers.	245	350	496	546	+ 123 %
	deux pers.	405	621	758	903	+ 123 %
	trois pers.	162	168	164	161	- 1 %
	quatre pers.	172	182	199	209	+ 22 %
	cinq pers. et +	191	118	77	66	- 65 %
	tous	1 175	1 439	1 694	1 885	+ 60 %
périphérie et rural	une pers.	283	485	686	838	+ 196 %
	deux pers.	368	529	627	733	+ 99 %
	trois pers.	388	483	530	579	+ 49 %
	quatre pers.	487	577	580	606	+ 24 %
	cinq pers. et +	231	191	183	194	- 16 %
	tous	1 757	2 265	2 606	2 950	+ 68 %

Tableau 29 : Nombre d'individus selon la catégorie et la zone de résidence
(région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	enfants en bas âge	432	314	239	228	- 47 %
	enfants	1 007	844	790	760	- 25 %
	étudiants	204	260	217	207	+ 1 %
	actifs	2 024	2 063	2 176	2 310	+ 14 %
	non-actifs	690	752	683	628	- 9 %
	retraités	905	1 016	1 073	1 031	+ 14 %
	tous	5 262	5 249	5 179	5 164	- 2 %
banlieue	enfants en bas âge	219	187	188	215	- 2 %
	enfants	698	596	547	554	- 21 %
	étudiants	86	117	144	130	+ 51 %
	actifs	1 217	1 350	1 409	1 554	+ 28 %
	non-actifs	432	563	610	658	+ 52 %
	retraités	533	604	787	892	+ 67 %
	tous	3 184	3 417	3 686	4 005	+ 26 %
périphérie et rural	enfants en bas âge	504	616	663	791	+ 57 %
	enfants	1 312	1 330	1 335	1 311	- 0 %
	étudiants	134	292	387	463	+ 246 %
	actifs	1 970	2 269	2 468	2 757	+ 40 %
	non-actifs	803	1 102	1 119	1 209	+ 51 %
	retraités	563	645	793	903	+ 60 %
	tous	5 286	6 254	6 765	7 434	+ 41 %

Tableau 30 : Nombre d'individus selon les zones fines de résidence
(région représentative des aires urbaines de plus de 450 000 habitants,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
centre	zone fine 1	5 262	5 249	5 179	5 164	- 2 %
banlieue	zone fine 2	1 685	1 724	1 981	2 095	+ 24 %
	zone fine 3	1 499	1 693	1 705	1 910	+ 27 %
périphérie et rural	zone fine 4	1 212	1 299	1 294	1 307	+ 8 %
	zone fine 5	916	1 254	1 377	1 368	+ 49 %
	zone fine 6	1 510	1 389	1 356	1 369	- 9 %
	zone fine 7	1 539	1 496	1 421	1 444	- 6 %
	zone fine 8	22	84	213	345	+ 1 468 %
	zone fine 9	48	222	349	493	+ 927 %
	zone fine 10	40	510	755	1 108	+ 2 670 %

Tableau 31 : Nombre de ménages selon la taille et la zone de résidence
(région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	une pers.	495	718	995	1 094	+ 121 %
	deux pers.	677	786	830	883	+ 30 %
	trois pers.	338	347	344	344	+ 2 %
	quatre pers.	247	247	228	223	- 10 %
	cinq pers. et +	409	289	223	204	- 50 %
	tous	2 167	2 386	2 621	2 748	+ 27 %
banlieue	une pers.	255	385	513	552	+ 116 %
	deux pers.	368	571	641	734	+ 99 %
	trois pers.	251	270	268	280	+ 12 %
	quatre pers.	257	264	266	273	+ 6 %
	cinq pers. et +	184	95	54	49	- 73 %
	tous	1 314	1 585	1 744	1 888	+ 44 %
périphérie et rural	une pers.	254	414	644	768	+ 202 %
	deux pers.	353	519	679	802	+ 127 %
	trois pers.	276	369	402	425	+ 54 %
	quatre pers.	366	474	480	511	+ 40 %
	cinq pers. et +	178	164	168	182	+ 2 %
	tous	1 427	1 940	2 373	2 688	+ 88 %

Tableau 32 : Nombre d'individus selon la catégorie et la zone de résidence
(région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	enfants en bas âge	489	367	289	271	- 45 %
	enfants	1 187	952	890	860	- 28 %
	étudiants	181	232	244	238	+ 31 %
	actifs	2 313	2 239	2 349	2 537	+ 10 %
	non-actifs	762	927	827	757	- 1 %
	retraités	967	1 044	1 119	1 143	+ 18 %
	tous	5 900	5 762	5 717	5 806	- 2 %
banlieue	enfants en bas âge	276	230	236	267	- 3 %
	enfants	864	725	686	693	- 20 %
	étudiants	95	118	155	147	+ 55 %
	actifs	1 403	1 505	1 527	1 685	+ 20 %
	non-actifs	548	692	653	681	+ 24 %
	retraités	504	598	682	723	+ 43 %
	tous	3 691	3 869	3 939	4 196	+ 14 %
périphérie et rural	enfants en bas âge	387	518	570	704	+ 82 %
	enfants	968	1 094	1 091	1 066	+ 10 %
	étudiants	75	144	251	319	+ 325 %
	actifs	1 494	1 938	2 178	2 400	+ 61 %
	non-actifs	687	965	1 026	1 150	+ 67 %
	retraités	529	617	852	960	+ 81 %
	tous	4 140	5 275	5 969	6 599	+ 59 %

Tableau 33 : Nombre d'individus selon les zones fines de résidence
(région représentative des aires urbaines de 80 000 à 450 000 habitants,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
centre	zone fine 1	5 900	5 762	5 717	5 806	- 2 %
banlieue	zone fine 2	1 889	1 916	2 006	2 158	+ 14 %
	zone fine 3	1 803	1 952	1 933	2 038	+ 13 %
périphérie et rural	zone fine 4	897	971	1 080	1 277	+ 42 %
	zone fine 5	638	1 032	1 226	1 443	+ 126 %
	zone fine 6	1 280	1 331	1 410	1 363	+ 6 %
	zone fine 7	1 273	1 590	1 581	1 567	+ 23 %
	zone fine 8	11	40	178	206	+ 1 773 %
	zone fine 9	28	106	109	138	+ 393 %
	zone fine 10	14	205	386	604	+ 4 214 %

Tableau 34 : Nombre de ménages selon la taille et la zone de résidence
(région représentative des autres aires,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	une pers.	516	761	1 044	1 150	+ 123 %
	deux pers.	691	942	1 014	1 068	+ 55 %
	trois pers.	361	402	400	401	+ 11 %
	quatre pers.	351	349	327	320	- 9 %
	cinq pers. et +	451	299	250	236	- 48 %
	tous	2 371	2 753	3 034	3 175	+ 34 %
banlieue	une pers.	247	378	514	554	+ 124 %
	deux pers.	359	470	561	655	+ 82 %
	trois pers.	235	252	246	258	+ 10 %
	quatre pers.	213	241	245	250	+ 17 %
	cinq pers. et +	136	86	53	47	- 65 %
	tous	1 191	1 428	1 619	1 764	+ 48 %
périphérie et rural	une pers.	243	381	601	718	+ 195 %
	deux pers.	352	470	582	704	+ 100 %
	trois pers.	270	334	372	393	+ 46 %
	quatre pers.	310	407	407	441	+ 42 %
	cinq pers. et +	183	155	142	152	- 17 %
	tous	1 358	1 747	2 105	2 407	+ 77 %

Tableau 35 : Nombre d'individus selon la catégorie et la zone de résidence
(région représentative des autres aires,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	enfants en bas âge	576	464	403	397	- 31 %
	enfants	1 390	1 125	1 072	1 042	- 25 %
	étudiants	184	223	242	241	+ 31 %
	actifs	2 561	2 601	2 715	2 916	+ 14 %
	non-actifs	930	1 212	1 137	1 068	+ 15 %
	retraités	1 001	1 119	1 259	1 287	+ 29 %
	tous	6 641	6 744	6 828	6 950	+ 5 %
banlieue	enfants en bas âge	239	221	221	244	+ 2 %
	enfants	726	669	625	632	- 13 %
	étudiants	56	71	108	105	+ 87 %
	actifs	1 197	1 336	1 407	1 569	+ 31 %
	non-actifs	493	625	624	651	+ 32 %
	retraités	495	550	634	673	+ 36 %
	tous	3 205	3 473	3 618	3 873	+ 21 %
périphérie et rural	enfants en bas âge	345	436	480	608	+ 76 %
	enfants	910	983	973	950	+ 4 %
	étudiants	40	76	148	200	+ 400 %
	actifs	1 466	1 762	1 950	2 156	+ 47 %
	non-actifs	642	874	905	1 037	+ 62 %
	retraités	508	593	767	875	+ 72 %
	tous	3 911	4 724	5 223	5 826	+ 49 %

Tableau 36 : Nombre d'individus selon les zones fines de résidence
(région représentative des autres aires,
valeurs absolues en milliers et taux d'évolution,
modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
centre	zone fine 1	6 641	6 744	6 828	6 950	+ 5 %
banlieue	zone fine 2	1 642	1 739	1 843	2 017	+ 23 %
	zone fine 3	1 564	1 734	1 775	1 856	+ 19 %
périphérie et rural	zone fine 4	872	927	1 047	1 186	+ 36 %
	zone fine 5	586	907	1 045	1 202	+ 105 %
	zone fine 6	1 162	1 161	1 276	1 244	+ 7 %
	zone fine 7	1 229	1 681	1 797	2 068	+ 68 %
	zone fine 8	7	11	15	19	- 171 %
	zone fine 9	41	16	13	21	- 49 %
	zone fine 10	14	21	30	87	+ 521 %

III.3 Résultats d'équipement automobile et de mobilité à courte et longue distance

Dans ce chapitre, le terme de mobilité sera employé dans un sens un peu restrictif, limité aux seuls voyages pour lesquels la distance à vol d'oiseau entre lieu de résidence du ménage et lieu de séjour principal, augmentée de 20 %, est inférieure à 1000 km. En effet, les voyages à plus longue distance sont trop peu nombreux pour que le nombre de segments de ménages retenu pour l'application du modèle garantisse la significativité des résultats correspondants.

Par ailleurs, bien que la distance exacte parcourue lors des trajets de chaque voyage fasse partie des sorties du modèle, la place manque ici pour donner des résultats très détaillés à cet égard. Nous regrouperons les voyages en deux catégories seulement :

- La catégorie dite de mobilité à courte distance, regroupant les voyages pour lesquels la distance à vol d'oiseau entre lieu de résidence du ménage et lieu de séjour principal, augmentée de 20 %, est inférieure à 100 km⁵².
- La catégorie dite de mobilité à longue distance, regroupant les voyages pour lesquels la distance est comprise entre 100 et 1000 km.

III.3.1 Parc automobile et mobilité toutes distances confondues

Les tableaux 37.1 et 37.2 permettent de comparer l'évolution du parc automobile et de la mobilité des ménages pour un jour moyen annuel, respectivement observée pour l'Ile-de-France ou la France entière et reconstituée par le modèle pour la région capitale ou l'ensemble du pays.

Les figures 13 à 16 reprennent les valeurs des tableaux pour l'ensemble du pays et l'ensemble de la mobilité, exprimées en indice (base 1 en 1990) et les juxtaposent à celles que l'on peut tirer année par année des comptes de transports de la nation.

⁵² Le critère retenu pour la sélection des voyages est directement dérivé de la distance à vol d'oiseau vers un lieu de séjour bien défini parmi les lieux possibles pour le voyage. Il est donc indépendant de l'offre de transport existant pour les différents trajets concernés et des lieux de séjour effectivement visités au cours du voyage, ce qui facilite la comparaison des résultats en termes de mobilité pour des situations pouvant connaître des différences importantes d'offre de transport et notamment de longueur des itinéraires parcourus pour les trajets. En revanche, les résultats de voyageurs x kilomètres indiqués plus loin correspondent bien aux nombres exacts de kilomètres parcourus sur le terrain à l'occasion de l'ensemble des trajets du voyage (avec éventuellement plusieurs lieux de séjour).

- Les résultats du modèle pour 1990 sont proches des données d'observation, compte tenu du fait que ces dernières comprennent les véhicules qui ne sont pas à disposition des ménages et les kilomètres parcourus sur le territoire français par les non résidents français. Le parc automobile est malgré tout un peu sous-estimé pour le reste du pays, d'autant que les résultats du modèle incluent les deux-roues motorisés.
- Concernant l'évolution 1975-2002, il apparaît que données d'observation et résultats du modèle sont également très proches, tant pour le nombre de véhicules que pour la mobilité tous modes ou par moyen de transport. On notera que le nombre de véhicules à disposition des ménages, le nombre de kilomètres parcourus en V.P. et le nombre de kilomètres tous modes s'accroissent un peu plus vite que le revenu total des ménages, alors que le nombre de kilomètres parcourus en T.C. augmente moins vite.
- Dans le cas de la période 2002-2007, observations et résultats du modèle restent proches pour l'accroissement du nombre de véhicules automobiles. L'augmentation du nombre de voyageurs x kilomètres est en revanche plus forte selon le modèle, notamment pour les transports collectifs. La cause de la différence pour le trafic automobile et tous modes confondus n'a pu être identifiée ; celle de la surestimation de la croissance du trafic en transports collectifs pourrait être une exagération du report modal consécutif à l'augmentation du prix d'usage de la voiture et à la baisse des vitesses routières.

Tableau 37.1 : Parc automobile et mobilité
(valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation)

	1975/1976	1990/1991	2001/2002	2007/2010	1976-2010 ou 1975-2007	
nombre de voitures particulières (milliers)						
Ile-de-France*	2 850	4 090	4 600	4 900	+ 72 %	
France**	15 300	23 010	28 700	30 700	+ 101 %	
mobilité selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, y.c. non résidents français, milliers de voy x km)***						
France	T.C.	244 000	347 000	385 000	420 000	+ 72 %
	V.P.****	1 027 000	1 604 000	2 010 000	1 994 000	+ 94 %
	tous modes****, hors marche	1 271 000	1 951 000	2 395 000	2 414 000	+ 90 %

* E.G.T. 1976, 1991, 2001 et 2010, véhicules à la disposition des ménages

** C.C.F.A. 1975, 1990, 2002 et 2007, parc complet de voitures particulières

*** Comptes de Transport de la Nation 1975, 1990, 2002 et 2007 (parcours terminaux non compris pour les T.C.)

****En fait, pour que les données soient tout à fait comparables aux résultats du modèle, il faudrait ajouter au trafic de voitures particulières pur celui des véhicules utilitaires légers qui se fait à fins principales de transport de personnes

Tableau 37.2 : Parc automobile et mobilité
(valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975- 2007
nombre de véhicules à disposition des ménages selon la région de résidence (milliers)						
région capitale		2 861	3 963	4 813	4 960	+ 73 %
reste pays		11 582	16 928	22 224	23 836	+ 106 %
ensemble des deux régions		14 442	20 891	27 037	28 795	+ 99 %
mobilité selon la région de résidence et le moyen de transport principal (jour moyen annuel, résidents français seulement, milliers de voy x km)						
région capitale	T.C.	81 671	111 628	125 035	143 728	+ 76 %
	V.P.	177 572	262 830	295 385	285 305	+ 61 %
	marche	5 378	5 474	5 124	5 446	+ 1 %
	tous modes	264 621	379 933	425 544	434 479	+ 64 %
reste pays	T.C.	117 144	169 191	192 632	244 201	+ 108 %
	V.P.	726 721	1 071 251	1 431 743	1 472 266	+ 103 %
	marche	18 271	15 722	14 039	14 723	- 19 %
	tous modes	862 135	1 256 164	1 638 414	1 731 190	+ 101 %
ensemble du pays	T.C.	198 816	280 819	317 667	387 929	+ 95 %
	V.P.	904 293	1 334 081	1 727 128	1 757 571	+ 94 %
	marche	23 649	21 196	19 163	20 169	- 15 %
	tous modes	1 126 757	1 636 097	2 063 958	2 165 669	+ 92 %
	tous modes, hors marche	1 103 109	1 614 900	2 044 795	2 145 500	+ 94 %

Figure 13 : Indices du nombre de voitures particulières

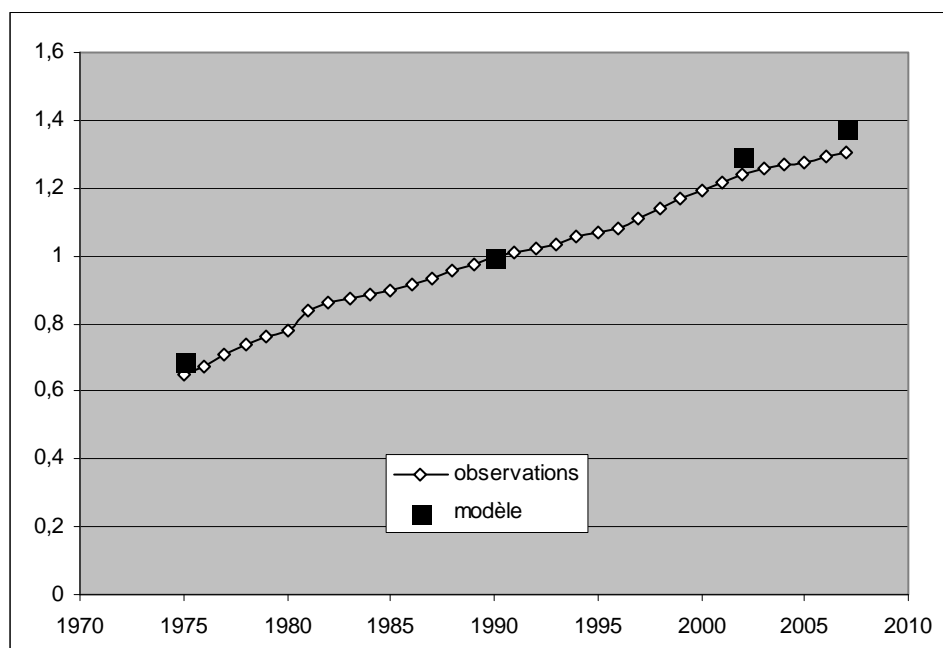


Figure 14 : Indices du nombre de voyageurs x kilomètres en transports collectifs

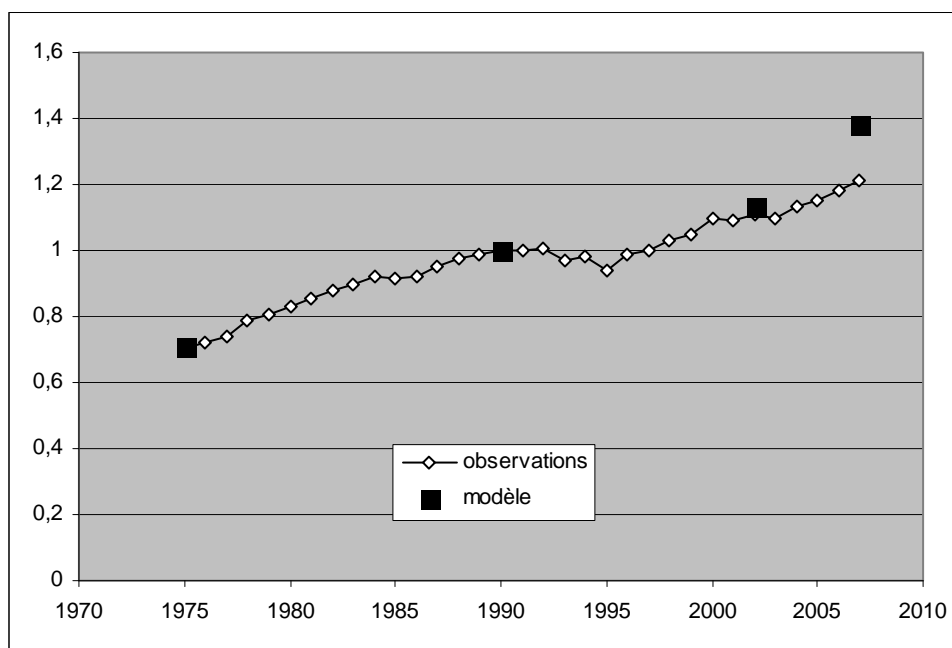


Figure 15 : Indices du nombre de voyageurs x kilomètres en voiture particulière

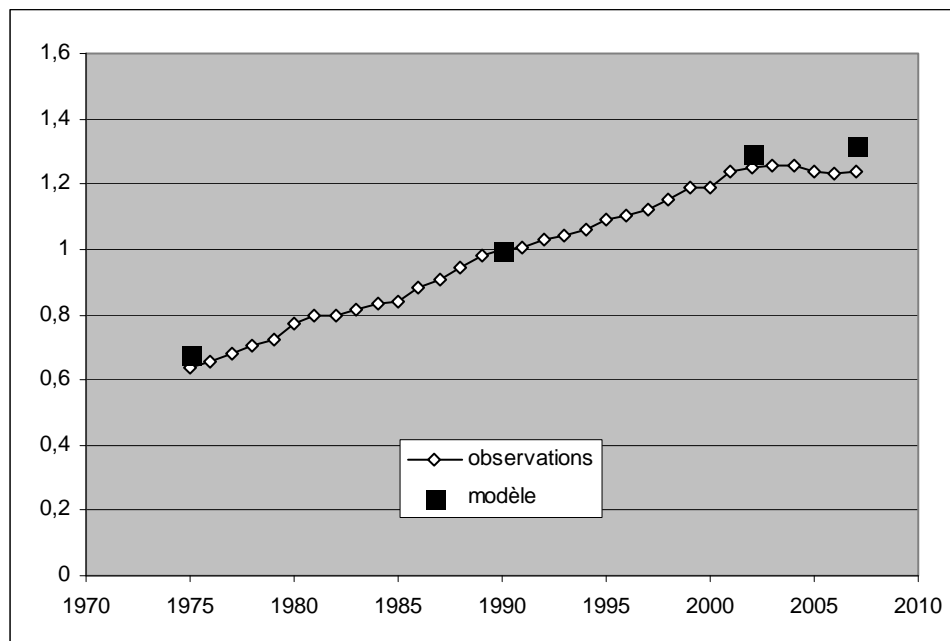
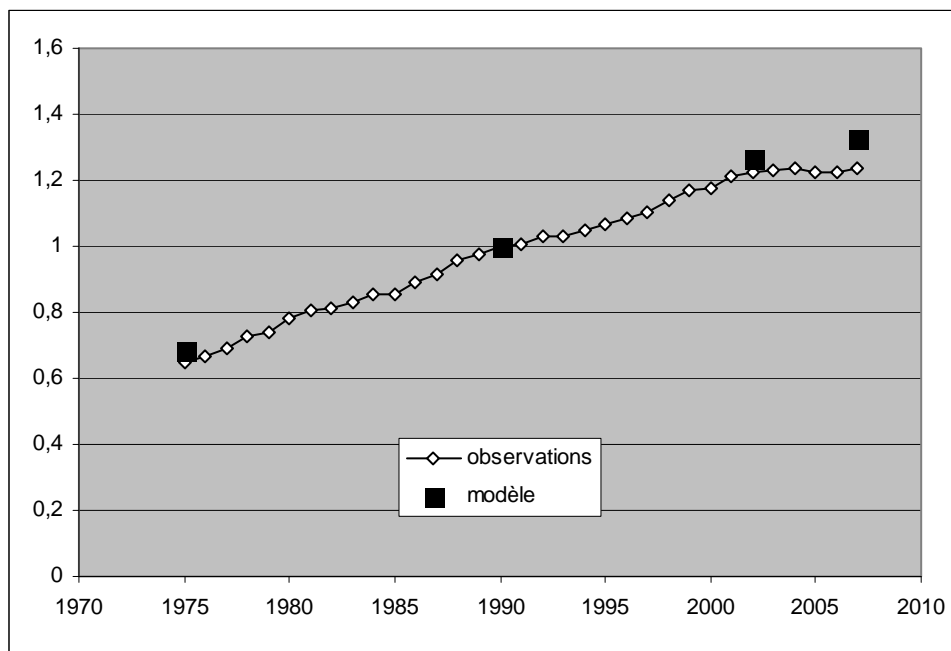


Figure 16 : Indices du nombre de voyageurs x kilomètres tous modes (hors marche)



III.3.2 Équipement automobile

Les tableaux 38.1 et 38.2 permettent de comparer l'évolution de l'équipement automobile des ménages, respectivement observée pour l'Ile-de-France ou la France entière et reconstituée par le modèle pour la région capitale ou l'ensemble des deux régions du territoire.

La figure 17 reprend les données du tableau pour l'Ile-de-France et la région capitale.

III.3.2.1 Cas de la région capitale

Concernant l'équipement automobile selon la zone de résidence, on peut faire les remarques suivantes.

- En 1990, quelle que soit la zone, le nombre de véhicules par ménage selon le modèle est proche de ce qui a été observé en Ile-de-France.
- De 1975 à 2007, par rapport aux observations, la croissance relative du nombre moyen de véhicules par ménage selon le modèle est un peu plus forte pour les zones banlieue proche et grande banlieue, de même que toutes zones confondues.

III.3.2.2 Cas de l'ensemble du pays

- En 1990, par rapport aux observations, la proportion de ménages non équipés selon le modèle est plus forte, au détriment de celle des ménages mono-équipés.
- De 1975 à 2007, la proportion de ménages mono-équipés augmente selon le modèle alors qu'elle a diminué en France et la hausse de la proportion de ménages multi-équipés est sensiblement plus faible que ce qui a été observé⁵³. Cela pourrait venir de ce que les hypothèses d'application du modèle impliquent une augmentation du nombre de ménages avec une forte proportion d'individus actifs qui est moins importante que ce qui s'est passé en France ; ou bien d'une surestimation de l'immobilisation financière impliquée pour un ménage par un deuxième ou un troisième véhicule ; ou encore de ce que le modèle surestime le pourcentage de voyages de motif travail ou études effectués dans le même véhicule par plusieurs membres d'un même ménage ; ou enfin de ce que M.A.T.I.S.S.E. représente de façon incorrecte les conditions de disponibilité des différentes voitures d'un ménage pour les voyages des différents individus du ménage pour d'autres motifs que le travail ou les études.

⁵³ On relève cependant une certaine contradiction entre l'évolution du parc de voiture particulières tel qu'il est estimé par le C.C.F.A. et celle du nombre de véhicules à la disposition des ménages tel qu'il ressort des enquêtes TNS Sofres ; que, dans le second cas, la croissance soit plus forte que dans le premier cas ne semble pas pouvoir s'expliquer uniquement par le fait que les données de parc incluent les voitures d'entreprise non mises à disposition des ménages et excluent les véhicules utilitaires.

Tableau 38.1 : Équipement automobile selon la région de résidence
(valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation)

		1975/1976	1990/1991	2001/2002	2007/2010	1976-2010 ou 1975-2007
nombre moyen de véhicules par ménage selon la zone de résidence						
Ile-de-France*	centre	0.50	0.57	0.54	0.5	0 %
	petite couronne	0.76	0.94	0.96	0.9	+ 18 %
	grande couronne	0.98	1.25	1.32	1.4	+ 43 %
	toutes zones	0.75	0.96	1.00	1.0	+ 33 %
France**	toutes zones	0.86	1.07	1.16	1.16	+ 34 %
distribution des ménages selon l'équipement****						
Ile-de-France*	pas de véhicule	n.d.	30 %	29 %	29 %	n.d.
	1 véhicule	n.d.	47 %	46 %	47 %	n.d.
	2 véhicules et +	n.d.	23 %	25 %	23 %	n.d.
France***	pas de véhicule	34 %	23 %	19 %	18 %	- 16 pts
	1 véhicule	53 %	51 %	49 %	45 %	- 8 pts
	2 véhicules et +	13 %	26 %	32 %	38 %	+ 25 pts

* E.G.T. 1976, 1991, 2001 et 2010

** nombre total de voitures particulières du parc C.C.F.A., rapporté au nombre de ménages 1975, 1990, 2002 et 2007

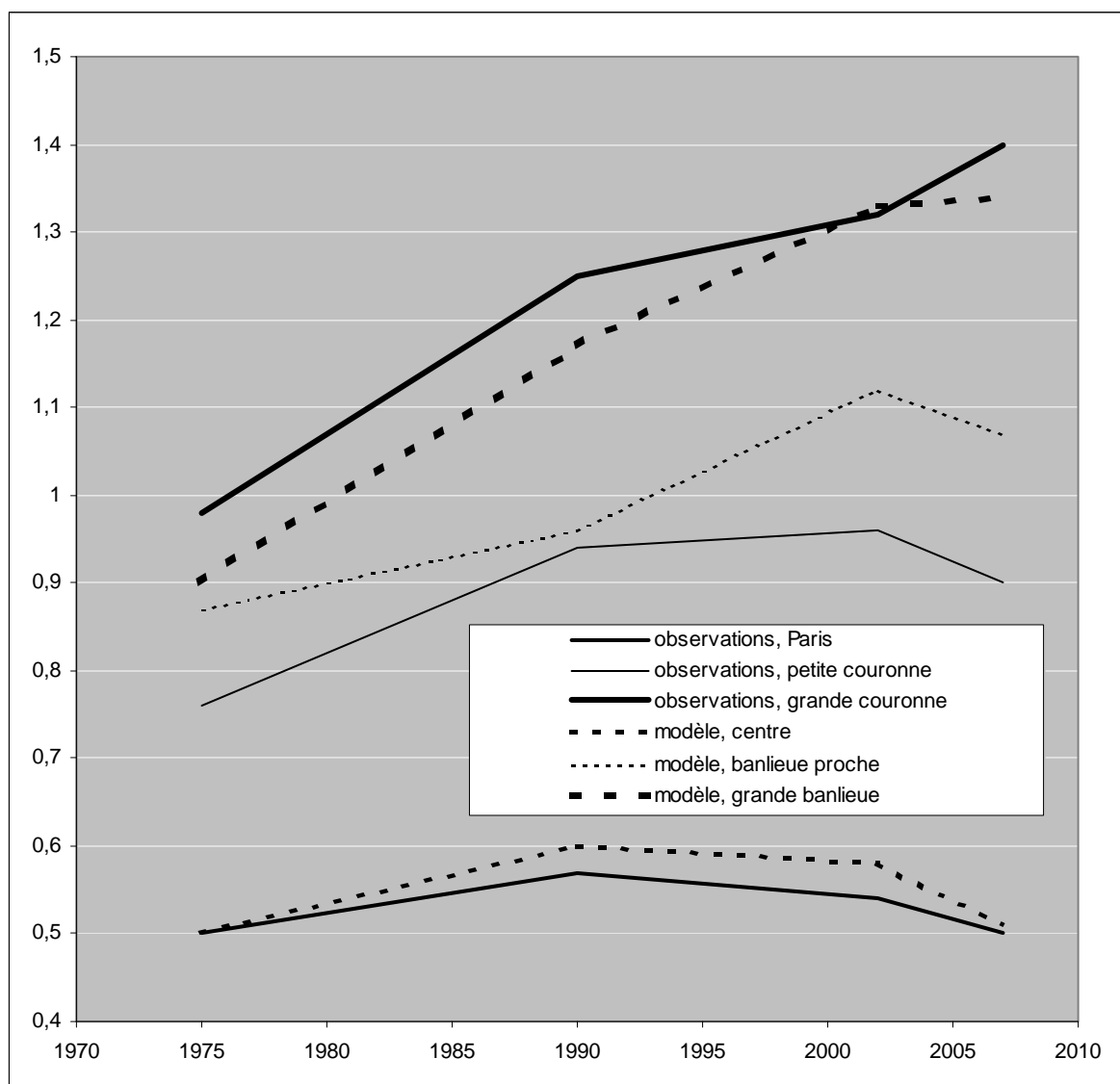
*** OEST 1975, TNS sores 1990, 2001 et 2007

**** Pour l'Ile-de-France, les valeurs de 1991 avaient été attribuées à tort à l'année 1976 dans le rapport de février 2007.

Tableau 38.2 : Équipement automobile selon la région de résidence
(valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre moyen de véhicules par ménage selon la zone de résidence						
région capitale	centre	0.50	0.60	0.58	0.51	+ 1 %
	banlieue proche	0.87	0.96	1.12	1.07	+ 22 %
	grande banlieue	0.90	1.17	1.33	1.34	+ 49 %
	toutes zones	0.77	0.94	1.07	1.05	+ 36 %
reste du pays		0.79	0.95	1.10	1.08	+ 38 %
ensemble du pays		0.78	0.95	1.09	1.08	+ 38 %
distribution des ménages selon l'équipement						
région capitale	pas de V.P.	42 %	30 %	24 %	25 %	- 17 pts
	1 V.P.	41 %	48 %	49 %	49 %	+ 8 pts
	2 V.P. et +	17 %	22 %	26 %	26 %	+ 9 pts
reste du pays	pas de V.P.	41 %	33 %	24 %	25 %	- 16 pts
	1 V.P.	41 %	43 %	48 %	47 %	+ 6 pts
	2 V.P. et +	18 %	24 %	29 %	28 %	+ 10 pts
ensemble du pays	pas de V.P.	42 %	32 %	24 %	25 %	- 17 pts
	1 V.P.	41 %	44 %	48 %	47 %	+ 6 pts
	2 V.P. et +	18 %	24 %	29 %	28 %	+ 10 pts

Figure 17 : Nombre moyen de véhicules par ménage selon la zone de résidence
(Ile-de-France ou région capitale)



III.3.3 Mobilité à courte et longue distance en jour moyen annuel

Le tableau 39 permet de distinguer l'évolution de la mobilité à courte distance et celle de la mobilité à longue distance⁵⁴, telles que reconstituées par le modèle.

- Le nombre de kilomètres parcourus à courte distance tous modes confondus s'accroît à peu près au même rythme que le revenu total, celui en voiture particulière un plus vite et celui en transports collectifs un peu moins vite.
- Le nombre de kilomètres parcourus à longue distance s'accroît sensiblement plus vite que le revenu total, tous modes confondus et pour chacun des moyens de transport, mais avec une augmentation plus forte pour les transports collectifs que pour la voiture.

Ces résultats tiennent en partie à l'amélioration de l'offre de transport qui est plus nette pour la longue distance que pour la courte distance, mais aussi à l'évolution des nombres Ψ de kilomètres définissant l'offre minimale acceptable pour les différents voyages potentiels, tels qu'ils ont été introduits au paragraphe II.3.2.

Si l'on complétait l'application du modèle à la période 1975-2007 par une application en prospective allant jusqu'à quelques décennies dans le futur, l'écart de tendance se maintiendrait entre les deux types de mobilité, mais celui séparant la mobilité du revenu des ménages ne serait plus exactement le même.

- Alors que dans le passé la mobilité à courte distance présentait les caractéristiques d'une consommation « moyenne » dont le poids relatif variait peu au sein de la consommation totale des ménages, on verrait apparaître dans le futur un certain phénomène de saturation de ce type de mobilité avec diminution sensible de la part de revenu qui lui est consacrée.
- Un phénomène similaire toucherait la mobilité à longue distance : alors que dans le passé ce type de mobilité présentait les caractéristiques d'une consommation « de luxe » dont le poids relatif augmentait au sein de la consommation totale des ménages, ce type de mobilité tendrait vers un statut de consommation « moyenne », prenant en cela le relais de ce qu'était auparavant la mobilité à courte distance.

⁵⁴ La description de l'offre de transport utilisée pour cette application du modèle n'est pas assez fine en tarifs et en détail de relations origine-destination pour que l'on puisse refléter les conditions exactes de la concurrence train-avion. C'est pourquoi nous regrouperons les résultats relatifs aux deux moyens de transport sous l'abréviation T.C..

Tableau 39 : Mobilité à courte et longue distance selon la région de résidence et le moyen de transport principal

(jour moyen annuel, valeurs absolues en milliers de voy x km par jour et taux d'évolution, modèle)

		1975	1990	2002	2007	1975-2007
mobilité à courte distance						
région capitale	T.C.	52 577	68 903	73 691	81 075	+ 54 %
	V.P.	108 514	157 644	184 081	180 781	+ 67 %
	marche	5 378	5 474	5 124	5 446	+ 1 %
	tous modes	166 470	232 021	262 897	267 302	+ 61 %
reste pays	T.C.	81 295	113 479	118 587	152 704	+ 88 %
	V.P.	527 293	754 178	965 832	972 041	+ 84 %
	marche	18 271	15 722	14 039	14 723	- 19 %
	tous modes	626 859	883 379	1 098 458	1 139 469	+ 82 %
ensemble du pays	T.C.	135 872	182 382	192 278	233 779	+ 72 %
	V.P.	635 808	911 821	1 149 914	1 152 823	+ 81 %
	marche	23 649	21 196	19 163	20 169	- 15 %
	tous modes	793 329	1 115 400	1 361 355	1 406 771	+ 77 %
mobilité à longue distance						
région capitale	T.C.	29 093	42 725	51 344	62 653	+ 115 %
	V.P.	69 058	105 187	111 303	104 523	+ 51 %
	tous modes	98 152	147 912	162 647	167 176	+ 70 %
reste pays	T.C.	35 849	55 711	74 045	91 496	+ 155 %
	V.P.	199 427	317 073	465 911	500 225	+ 151 %
	tous modes	235 276	372 785	539 956	591 721	+ 152 %
ensemble du pays	T.C.	64 943	98 437	125 389	154 149	+ 137 %
	V.P.	268 485	422 260	577 214	604 748	+ 125 %
	tous modes	333 428	520 697	702 603	758 898	+ 128 %

III.3.4 Mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen

III.3.4.1 Cas de la région capitale

Les tableaux 40.1 et 40.2, 41.1 et 41.2, 42.1 et 42.2 permettent de comparer les caractéristiques de la mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen⁵⁵, respectivement observée en Ile-de-France et reconstituée par le modèle pour la région capitale.

La figure 18 reprend les données des tableaux 40.1 et 40.2 pour ce qui est du nombre de kilomètres parcouru par individu en Ile-de-France et dans la région capitale.

III.3.4.1.1 Période 1975-2002

Il apparaît que, comme c'était le cas pour ce qui concerne l'évolution des caractéristiques de la population des zones, données d'observation et résultats du modèle sont assez proches, aussi bien pour l'année 1990 qu'en évolution sur la période.

Toutefois, on remarque les écarts suivants.

- En 1990, le nombre de kilomètres par individu donné par le modèle est un peu plus fort qu'observé en Ile-de-France pour le motif travail et plus faible pour les autres motifs. L'écart vient autant des nombres de trajets que de la distance par trajet. Une cause à cela pourrait être une différence dans la façon de sélectionner ce que l'on appelle les « trajets de motif travail » parmi tous les trajets des voyages de motif travail qui ne se font pas tous entre le lieu de résidence et le lieu de travail.

⁵⁵ En fait, plus exactement, les résultats présentés ici en ce qui concerne les données d'observation (resp. le modèle) se rapportent aux trajets dont les lieux d'origine et de destination sont situés tous deux à l'intérieur d'une des zones Paris, petite couronne et grande couronne (resp. centre, banlieue proche ou grande banlieue). En outre, les voyageurs x kilomètres et les distances par trajet sont calculés en considérant non pas le nombre de kilomètres effectivement parcourus, mais la distance à vol d'oiseau entre lieux origine et destination des trajets, augmentée de 20 % ; d'où les différences entre les distances moyennes par trajet de motif travail du tableau 41.2 et celles du tableau 17.2.

- Concernant le nombre de kilomètres en marche à pied, le modèle donne une diminution de 1975 à 2002, et les observations une légère augmentation ; l'écart vient avant tout de la distance par trajet et une comparaison plus détaillée montre qu'il reste du même ordre quel que soit le lieu de résidence de l'individu.

Dans le cas du centre, il se pourrait que le modèle surestime le report de la marche à pied vers les transports collectifs qu'a pu provoquer la généralisation de la carte orange.

Dans le cas de la banlieue proche et de la grande banlieue, peut-être le modèle sous-estime-t-il l'éloignement progressif des lieux de résidence des ménages vis à vis des établissements tels que les commerces ou les services de proximité, ou encore des domiciles des amis ou parents des ménages habitant dans le voisinage. Il est possible que les lieux de résidence soient dans la réalité de plus en plus dispersés à l'échelle locale, ce que la fonction de répartition des ménages selon les segments ne peut pas véritablement reproduire. Il se peut aussi que les commerces et services se concentrent en un moins grand nombre de lieux, et dans ce cas le modèle pêche par l'hypothèse d'invariance au fil des ans – à segment de ménages donné - des lieux de séjour des voyages potentiels pour autres motifs que les études ou le travail.

III.3.4.1.2 Période 2002-2007

Pour cette période, la comparaison avec les données d'observation n'est possible que pour la mobilité hors marche à pied car les résultats publiés de l'enquête E.G.T. de 2010 couvrent un champ plus vaste de déplacements à très courte distance que pour les enquêtes précédentes. En outre, l'enquête a été étendue aux enfants de 5 ans et la période observée est 2001-2010 et non 2002-2007.

Dans la ligne de la période 1975-2002, on note une certaine proximité des taux d'évolution de la mobilité hors marche à pied.

En revanche, il apparaît une différence non relevée pour la première période : l'augmentation de la mobilité en transports collectifs et la diminution de celle en voiture particulière sont plus faibles selon le modèle.

Pour les transports collectifs, c'est un écart contraire qui ressortait de la comparaison entre observations et résultats du modèle pour le nombre de voyageurs x kilomètres toutes distances confondues sur l'ensemble du pays. Certes, les champs des deux comparaisons sont très différents quant aux distances de déplacement, mais on verra sur les tableaux 43.2 et 43.4 que la croissance du trafic des transports collectifs selon le modèle reste plus forte qu'observée si l'on se limite à la mobilité à courte distance en jour moyen annuel pour l'ensemble du pays.

Il semble donc que la différence commentée ici soit spécifique de l'Ile-de-France. Il se pourrait que l'hypothèse de baisse des vitesses en voiture particulière retenue pour l'application du modèle de 2002 à 2007 soit en deçà de ce qui s'est véritablement passé de 2001 à 2010 dans la région, et notamment dans Paris intra-muros.

Tableau 40.1 : Mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal
(Ile-de-France hors enfants de moins de 6 ans jusqu'à 2001 et de 5 ans en 2010,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation*)

	1976	1991	2001	2010**	1976-2010
nombre de trajets par individu et par jour,					
T.C.	0.68	0.70	0.68	0.78	+ 15 %
V.P.***	1.36	1.61	1.63	1.59	+ 17 %
marche	1.45	1.18	1.19	(1.50)	(+ 3 %)
tous modes hors marche	2.04	2.31	2.31	2.37	+ 16 %
tous modes	3.49	3.49	3.50	(3.87)	(+ 11 %)
nombre de kilomètres par individu et par jour					
T.C.	6.45	7.48	7.10	8.42	+ 31 %
V.P.***	8.27	11.48	13.00	11.40	+ 38 %
marche	0.78	0.73	0.90	(1.08)	(+ 38 %)
tous modes hors marche	14.72	18.95	20.10	19.82	+ 35 %
tous modes	15.50	19.68	21.00	(20.90)	(+ 35 %)
distance moyenne parcourue par trajet (km)					
T.C.	9.48	10.68	10.44	10.80	+ 14 %
V.P.***	6.08	7.13	7.97	7.17	+ 18 %
marche	0.54	0.62	0.76	(0.72)	(+ 33 %)
tous modes hors marche	7.21	8.20	8.70	8.36	+ 16 %
tous modes	4.44	5.64	6.00	(5.40)	(+ 22 %)

* E.G.T. 1976, 1991, 2001 et 2010 (la distance réellement parcourue étant obtenue en multipliant par 1.2 la distance à vol d'oiseau entre lieux d'origine et destination). Pour 2010, nous plaçons les chiffres intégrant la marche à pied entre parenthèses car le mode de relevé des déplacements à très courte distance est différent de celui retenu pour les autres années ; cela conduit très probablement à un biais de surestimation de la croissance de la mobilité (essentiellement pour la marche à pied) et de sous-estimation de la croissance de la distance parcourue par trajet de 2001 à 2010.

** estimation à partir des résultats publiés en juillet 2012

*** y compris deux-roues et autres modes mécanisés

Tableau 40.2 : Mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour					
T.C.	0.64	0.70	0.70	0.75	+ 17 %
V.P.	1.52	1.63	1.76	1.72	+ 13 %
marche	1.39	1.18	1.07	1.06	- 24 %
tous modes hors marche	2.16	2.32	2.47	2.47	+ 14 %
tous modes	3.55	3.50	3.53	3.53	- 1 %
nombre de kilomètres par individu et par jour					
T.C.	5.88	7.01	6.67	7.15	+ 22 %
V.P.	9.43	12.11	14.29	13.57	+ 44 %
marche	0.82	0.73	0.67	0.70	- 15 %
tous modes hors marche	15.31	19.12	20.96	20.72	+ 35 %
tous modes	16.13	19.85	21.63	21.42	+ 33 %
distance moyenne parcourue par trajet (km)					
T.C.	9.23	10.06	9.50	9.57	+ 4 %
V.P.	6.19	7.44	8.10	7.87	+ 27 %
marche	0.59	0.62	0.63	0.66	+ 11 %
tous modes hors marche	7.09	8.23	8.50	8.38	+ 18 %
tous modes	4.55	5.67	6.12	6.07	+ 34 %

Tableau 41.1 : Mobilité à courte distance selon le motif principal du voyage
(Ile-de-France hors enfants de moins de 6 ans jusqu'en 2001 et de 5 ans en 2010, jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation*)

	1976	1991	2001	2010**	1976-2010
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
travail	0.78	0.67	0.65	≈ 0.63	≈ -19 %
études	0.49	0.56	0.53	n.d.	n.d.
autres motifs	2.22	2.26	2.32	n.d.	n.d.
tous motifs	3.49	3.49	3.50	(3.87)	(+ 11 %)
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
travail	6.18	6.99	7.64	≈ 7.17	≈ + 16 %
études	1.18	1.88	1.91	n.d.	n.d.
autres motifs	8.15	10.81	11.45	n.d.	n.d.
tous motifs	15.50	19.68	21.00	(20.90)	(+ 35 %)
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
travail	7.92	10.44	11.76	≈ 11.40	≈ + 44 %
études	2.40	3.36	3.60	n.d.	n.d.
autres motifs	3.67	4.78	4.93	n.d.	n.d.
tous motifs	4.44	5.64	6.00	(5.40)	(+ 22 %)

* E.G.T. 1976, 1991, 2001 et 2010 (la distance réellement parcourue étant obtenue en multipliant par 1.2 la distance à vol d'oiseau entre lieux d'origine et destination). Pour 2010, nous plaçons les chiffres intégrant la marche à pied entre parenthèses car le mode de relevé des déplacements à très courte distance est différent de celui retenu pour les autres années ; cela conduit très probablement à un biais de surestimation de la croissance de la mobilité (essentiellement pour la marche à pied) et de sous-estimation de la croissance de la distance parcourue par trajet de 2001 à 2010.

** estimation à partir des résultats publiés en juillet 2012

Tableau 41.2 : Mobilité à courte distance selon le motif principal du voyage
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
travail	1.00	0.89	0.87	0.90	- 10 %
études	0.62	0.66	0.67	0.65	+ 5 %
autres motifs	1.93	1.95	1.99	1.98	+ 2 %
tous motifs	3.55	3.50	3.53	3.53	- 1 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
travail	8.56	10.95	11.89	11.46	+ 34 %
études	1.93	2.49	2.83	3.05	+ 58 %
autres motifs	5.64	6.42	6.91	6.90	+ 22 %
tous motifs	16.13	19.85	21.63	21.42	+ 33 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
travail	8.57	12.31	13.61	12.70	+ 48 %
études	3.13	3.74	4.25	4.70	+ 50 %
autres motifs	2.92	3.29	3.47	3.49	+ 20 %
tous motifs	4.55	5.67	6.12	6.07	+ 34 %

Tableau 42.1 : Mobilité à courte distance selon la zone de résidence du ménage
(Ile-de-France hors enfants de moins de 6 ans jusqu'en 2001 et de 5 ans en 2010, jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation*)

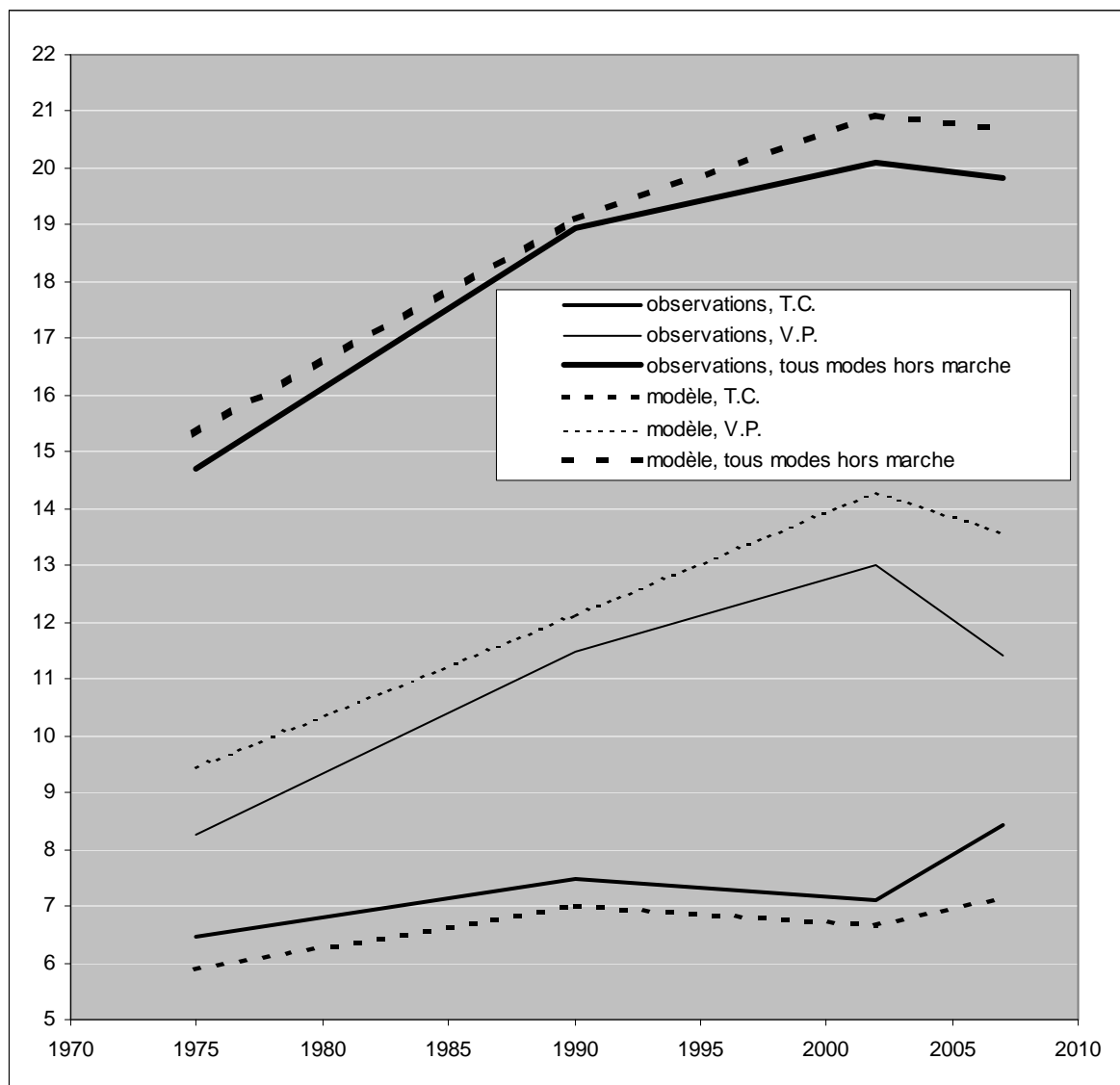
	1976	1991	2001	2010	1976-2010
nombre de trajets par individu et par jour, T.C.					
paris	1.03	1.15	1.15	1.32	+ 28 %
petite couronne	0.66	0.69	0.71	≈ 0.8	≈ + 21 %
grande couronne	0.49	0.49	0.44	≈ 0.5	≈ + 2 %
toutes zones	0.68	0.70	0.68	0.78	+ 15 %
nombre de trajets par individu et par jour, V.P. (hors deux roues et autres mécanisés)					
paris	0.68	0.76	0.65	0.41	- 40 %
petite couronne	1.07	1.38	1.42	≈ 1.3	≈ + 21 %
grande couronne	1.49	1.98	2.04	≈ 2.2	≈ + 48 %
toutes zones	1.13	1.51	1.54	1.46	+ 29 %
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
paris	3.73	3.67	3.61	(4.15)	(+ 11 %)
petite couronne	3.33	3.39	3.48	n.d.	n.d.
grande couronne	3.50	3.50	3.46	n.d.	n.d.
toutes zones	3.49	3.49	3.50	(3.87)	(+ 11 %)
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
paris	11.19	13.21	14.30	n.d.	n.d.
petite couronne	13.59	16.27	17.12	n.d.	n.d.
grande couronne	20.16	25.62	27.82	n.d.	n.d.
toutes zones	15.50	19.68	21.00	(20.90)	(+ 35 %)
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
paris	3.00	3.60	3.96	n.d.	n.d.
petite couronne	4.08	4.80	4.92	n.d.	n.d.
grande couronne	5.76	7.32	8.04	n.d.	n.d.
toutes zones	4.44	5.64	6.00	(5.40)	(+ 22 %)

* E.G.T. 1976, 1991, 2001 et 2010 (la distance réellement parcourue étant obtenue en multipliant par 1.2 la distance à vol d'oiseau entre lieux d'origine et destination). Pour 2010, nous plaçons les chiffres intégrant la marche à pied entre parenthèses car le mode de relevé des déplacements à très courte distance est différent de celui retenu pour les autres années ; cela conduit très probablement à un biais de surestimation de la mobilité (essentiellement pour la marche à pied) et de sous-estimation de la croissance de la distance parcourue par trajet de 2001 à 2010.

Tableau 42.2 : Mobilité à courte distance selon la zone de résidence du ménage
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, T.C.					
centre	0.90	1.21	1.35	1.57	+ 75 %
banlieue proche	0.69	0.70	0.72	0.76	+ 10 %
grande banlieue	0.39	0.40	0.36	0.37	- 5 %
toutes zones	0.64	0.70	0.70	0.75	+ 17 %
nombre de trajets par individu et par jour, V.P .					
centre	0.99	0.94	0.95	0.82	- 17 %
banlieue proche	1.46	1.52	1.66	1.63	+ 11 %
grande banlieue	1.96	2.11	2.26	2.20	+ 12 %
toutes zones	1.52	1.63	1.76	1.72	+ 13 %
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
centre	3.44	3.47	3.56	3.60	+ 5 %
banlieue proche	3.22	3.14	3.29	3.34	+ 4 %
grande banlieue	4.01	3.88	3.75	3.66	- 9 %
toutes zones	3.55	3.50	3.53	3.53	- 1 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
centre	11.58	13.86	14.25	14.38	+ 24 %
banlieue proche	15.01	17.69	18.80	17.78	+ 18 %
grande banlieue	20.60	25.38	27.93	27.62	+ 34 %
toutes zones	16.13	19.85	21.63	21.42	+ 33 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
centre	3.37	3.99	4.00	4.00	+ 19 %
banlieue proche	4.67	5.64	5.72	5.32	+ 14 %
grande banlieue	5.14	6.54	7.44	7.55	+ 47 %
toutes zones	4.55	5.67	6.12	6.07	+ 34 %

Figure 18 : Nombre de kilomètres parcourus par individu et par jour
(Ile-de-France ou région capitale, jour ouvrable moyen)



III.3.4.2 Cas de l'ensemble du pays

Les tableaux 43.1 à 43.4, 44.1 et 44.2 permettent de comparer les caractéristiques de la mobilité à courte distance⁵⁶ en jour ouvrable moyen aux horizons 1975 ou 1981, 1990 ou 1993, 2002 et 2007, respectivement observée en France et reconstituée par le modèle pour l'ensemble du pays.

Il apparaît que données d'observation et résultats du modèle sont assez proches pour les années 1990-1993, du moins tous motifs confondus, pour la voiture particulière ou pour tous les modes.

Mais on relève les écarts suivants quant à l'évolution de la mobilité entre 1975 ou 1981 et 2007.

- Tous motifs et tous modes confondus, la croissance du nombre de kilomètres parcourus par individu est plus faible selon le modèle, si l'on retient l'hypothèse plausible que la mobilité des français a sensiblement augmenté de 1975 à 1981. La différence vient d'une moindre augmentation du nombre de kilomètres par trajet, et donc de l'éloignement des lieux de séjour par rapport à ceux de résidence.

⁵⁶ A la différence des résultats présentés en III.3.4.1 pour la région capitale, pour ce qui des résultats du modèle, les trajets considérés sont ceux dont l'origine et la destination sont distantes de moins de 80 km à vol d'oiseau ; les voyageurs x kilomètres et les distances par trajet sont calculés sur la base des kilomètres effectivement parcourus.

- Le modèle donne une certaine croissance du nombre de kilomètres parcourus par voyageur en transports collectifs, fruit à la fois d'une augmentation du nombre de trajets et de la distance parcourue par trajet. Les chiffres que nous avons déduits de différents éléments trouvés dans les publications faites sur les enquêtes nationales Transports mettent également en évidence une croissance du nombre de kilomètres par trajet, mais aussi une diminution du nombre des trajets par individu, faisant que le nombre de kilomètres en transports collectifs par individu varie finalement peu. Ce dernier phénomène est peu plausible et entre en contradiction avec les statistiques de trafic des réseaux de transport collectif urbains et régionaux publiées dans les comptes de transport de la nation. Peut-être nos estimations faites à partir des éléments publiés des enquêtes sont-elles erronées.
- Concernant les trajets de motif travail tous modes confondus, à durées de période comparables, le modèle donne une augmentation du nombre de kilomètres parcourus par trajet qui est un peu plus faible qu'observé ; mais cette augmentation s'accompagne d'une stagnation du nombre des trajets par individu alors qu'il y a une diminution dans le cas des données d'observation ; en conséquence, la croissance du nombre de kilomètres parcourus par individu pour motif travail est plus forte selon le modèle.

L'hypothèse de l'augmentation du nombre d'actifs étant aussi forte, sinon plus, que celle des autres individus de plus de 6 ans, une diminution du nombre des trajets de motif travail par individu n'aurait pu être obtenue avec le modèle qu'avec une hypothèse de développement du temps partiel qui soit plus forte que celle qui a été retenue, ou avec un effet négatif de l'allongement de la distance de trajet sur la possibilité du retour au domicile pour la pause déjeuner qui soit plus marqué que ne le suppose le modèle.

- A l'inverse, pour les trajets de motif études tous modes confondus, le modèle donne une augmentation du nombre de kilomètres parcourus par trajet qui est nettement inférieure à celle des enquêtes, ainsi qu'une diminution moins marquée du nombre des trajets par individu ; au total, la croissance du nombre de kilomètres parcourus par individu pour motif études est plus faible selon le modèle, ce qui compense partiellement la différence déjà relevée pour le motif travail.

On pourrait rapprocher les résultats du modèle de ceux des enquêtes – pour le motif études et par suite pour tous les motifs confondus – en procédant à une modification exogène de la localisation des établissements d'études par rapport aux lieux de résidence qui soit plus nette que celle retenue ici.

- La compensation est également renforcée par un écart dans le même sens pour les trajets d'autres motifs, mais seulement du fait d'une moindre croissance du nombre de kilomètres parcourus par trajet pour le modèle.

Tableau 43.1 : Mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal
(ensemble du pays, hors enfants de moins de 6 ans, jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation*)

	1981**	1993**	2002	2007	1981-2007
nombre de trajets par individu et par jour					
T.C.	≈ 0.28	≈ 0.28	n.d.	0.25	≈ - 11 %
V.P.	≈ 1.78	≈ 2.08	n.d.	2.11	≈ + 19 %
marche	≈ 1.27	≈ 0.80	n.d.	0.79	≈ - 38 %
tous modes	3.34	3.16	n.d.	3.15	- 6 %
nombre de kilomètres par individu et par jour					
T.C.	≈ 2.85	≈ 2.80	n.d.	2.70	≈ - 5 %
V.P.	≈ 13.45	≈ 19.50	n.d.	21.60	≈ + 61 %
marche	≈ 1.10	≈ 0.80	n.d.	0.80	≈ - 27 %
tous modes	17.40	23.10	n.d.	25.20	+ 45 %
distance moyenne parcourue par trajet (km)					
T.C.	≈ 10.20	≈ 10.00	n.d.	10.80	≈ + 6 %
V.P.	≈ 7.60	≈ 9.50	n.d.	10.24	≈ + 35 %
marche	≈ 0.90	≈ 1.00	n.d.	1.01	≈ + 12 %
tous modes	5.21	7.31	n.d.	8.00	+ 54 %

* enquêtes nationales Transports 1981-1982, 1993-1994 et 2007

** pour 1981 et 1993 par mode, les estimations faites à partir des résultats publiés des enquêtes sont approximatives

Tableau 43.2 : Mobilité à courte distance en transports collectifs
(ensemble du pays, jour moyen annuel, valeurs absolues et taux d'évolution, hors parcours terminaux, données d'observation*)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de kilomètres par individu (y.c. moins de 6 ans) et par jour					
T.C.	2.52	3.27	3.40	3.74	+ 48 %

* d'après les données des comptes de transports de la nation pour les réseaux de métros, de TER et de bus ou autocar (y.c. services occasionnels interrégionaux)

Tableau 43.3 : Mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal
(ensemble du pays, hors enfants de moins de 6 ans, jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour					
T.C.	0.30	0.38	0.35	0.39	+ 30 %
V.P.	1.66	1.78	1.96	1.91	+ 15 %
marche	1.18	0.94	0.82	0.81	- 32 %
tous modes	3.14	3.11	3.14	3.11	- 1 %
nombre de kilomètres par individu et par jour					
T.C.	3.47	4.47	4.37	5.06	+ 46 %
V.P.	13.59	17.11	20.57	19.71	+ 45 %
marche	0.64	0.51	0.44	0.44	- 31 %
tous modes	17.70	22.09	25.37	25.21	+ 42 %
distance moyenne parcourue par trajet (km)					
T.C.	11.38	11.61	12.33	12.83	+ 13 %
V.P.	8.20	9.59	10.47	10.33	+ 26 %
marche	0.54	0.54	0.54	0.54	+ 1 %
tous modes	5.64	7.10	8.09	8.11	+ 44 %

Tableau 43.4 : Mobilité à courte distance en transports collectifs
(ensemble du pays, jour moyen annuel, valeurs absolues et taux d'évolution, y.c. parcours terminaux, modèle)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de kilomètres par individu (hors enfants de moins de 6 ans) et par jour					
T.C.	2.89	3.58	3.59	4.15	+ 44 %

Tableau 44.1 : Mobilité à courte distance selon le motif principal du voyage
(ensemble du pays, hors enfants de moins de 6 ans, jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, données d'observation*)

	1981	1993	2002	2007	1981-2007
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
travail	0.69	0.53	n.d.	0.56	- 19 %
études	0.40	0.37	n.d.	0.31	- 22 %
autres motifs	2.25	2.26	n.d.	2.28	+ 1 %
tous modes	3.34	3.16	n.d.	3.15	- 6 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
travail	4.83	4.98	n.d.	6.22	+ 29 %
études	1.16	1.74	n.d.	1.74	+ 50 %
autres motifs	11.41	16.38	n.d.	17.24	+ 51 %
tous motifs	17.40	23.10	n.d.	25.20	+ 45 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
travail	7.0	9.4	n.d.	11.1	+ 59 %
études	2.9	4.7	n.d.	5.6	+ 93 %
autres motifs	5.1	7.2	n.d.	7.6	+ 49 %
tous motifs	5.21	7.31	n.d.	8.00	+ 54 %

* enquêtes Transports 1981-1982, 1993-1994 et 2007

Tableau 44.2 : Mobilité à courte distance selon le motif principal du voyage
(ensemble du pays, hors enfants de moins de 6 ans, jour ouvrable moyen,
valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
travail	0.81	0.77	0.78	0.80	- 1 %
études	0.59	0.56	0.55	0.52	- 12 %
autres motifs	1.74	1.77	1.81	1.79	+ 3 %
tous motifs	3.14	3.11	3.14	3.11	- 1 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
travail	7.52	10.69	12.02	12.13	+ 61 %
études	2.59	2.77	3.16	3.17	+ 22 %
autres motifs	7.58	8.63	10.19	9.91	+ 31 %
tous motifs	17.70	22.09	25.37	25.21	+ 42 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
travail	9.26	13.85	15.41	15.11	+ 63 %
études	4.39	4.87	5.75	6.08	+ 39 %
autres motifs	4.36	4.86	5.64	5.55	+ 27 %
tous motifs	5.64	7.10	8.09	8.11	+ 44 %

Chapitre 4

Retour sur le rôle de l’accessibilité en transport dans le choix des lieux de résidence et de travail

Nous avons dit dans III.2.2.3.2 que l’accroissement insuffisant de l’éloignement des lieux de résidence et de travail des actifs dans le cas de la région capitale comparée à l’Ile-de-France pouvait venir d’une sous-estimation du rôle joué par l’accessibilité en transport dans la fonction de répartition des ménages d’une classe selon les segments qui lui correspondent.

Nous avons également remarqué en II.5.2 que la validité de la fonction de répartition dépendait de la qualité de l’estimation de deux paramètres :

- le facteur multiplicatif de la variation relative de satisfaction en offre réelle par rapport à l’offre standard
$$\left[\frac{satisfaction_{max_menagetype}(\Delta) - satisfaction_{max_menagetype}(\Theta)}{satisfaction_{max_menagetype}(\Theta)} \right],$$
 déterminant le poids de l’accessibilité en transport dans la fonction,
- le désavantage $desavantageliuresidence(revenu, zonerésidence, zoneprivilegiee)$, conditionnant le poids du fait de ne pas résider dans la zone privilégiée.

Pour l’application du modèle présentée au chapitre 3, les valeurs retenues pour les deux paramètres font que le fait de ne pas résider dans la zone privilégiée est nettement dominant.

Ce chapitre pose la question de savoir s’il est vraiment possible de valider le choix fait dans la version du 14/11/2012. Cette question sera traitée sur la base du formalisme théorique propre à M.A.T.I.S.S.E., mais elle renvoie à celle plus générale de l’estimation du poids relatif des aspects de transport dans tout modèle visant à représenter les phénomènes d’occupation du sol.

IV.1 Cas d'école d'une diminution des vitesses au départ ou à destination de la grande banlieue dans la région capitale

La confrontation des données d'observation pour l'Ile-de-France et des résultats du modèle pour la région capitale aux horizons 1975, 1990, 2002 et 2007 permet difficilement d'apprécier les rôles respectifs de l'accessibilité en transport et de la caractéristique de zone de résidence privilégiée lors du choix des lieux de résidence et de travail, car - dans l'évolution des choses sur longue période - ces rôles sont largement occultés par ceux bien plus déterminants qu'ont dans le fonctionnement du marché foncier les variations de nombre et de revenu des ménages.

Pour ce qui est du modèle, le rôle de l'accessibilité en transport devient plus apparent si l'on compare à l'application déjà présentée pour l'année 2002 (application que nous qualifierons de « référence ») une autre application, dite de « variante » qui constitue un cas d'école et que l'on peut caractériser comme suit.

- Par rapport à l'application de référence, on fait l'hypothèse que l'offre de transport collectif se dégrade sensiblement pour tous les trajets au départ ou à destination de la zone grande banlieue : diminution de 30 % de la vitesse moyenne porte à porte pour les relations avec le centre, de 25 % pour celles avec la banlieue proche et de 10 % pour celles internes à la grande banlieue.
- On suppose également, toujours par rapport à l'application de référence, que les temps de parcours kilométriques routiers pris en compte pour estimer les temps de trajet en voiture particulière voient leur valeur doubler sur les infrastructures situées à l'intérieur des limites de la zone grande banlieue, et sur ces infrastructures seulement : cela conduit à une diminution de près de 25 % de la vitesse moyenne porte à porte sur les relations de la grande banlieue avec le centre ou avec la banlieue proche, et de plus de 25 % sur celles internes à la grande banlieue.
- Toutes les autres caractéristiques d'horizon temporel, de contexte socio-économique et d'offre de transport restent identiques à celle de l'application de référence.

Quand on passe de la référence à la variante, le niveau de service se modifie comme suit.

- Concernant la mobilité à courte distance, le temps de trajet en transports collectifs ou en voiture particulière s'accroît sensiblement pour tous les trajets effectués au départ ou à destination du lieu de résidence pour les individus habitant dans la zone grande banlieue, et ce d'autant plus en valeur relative que la résidence est localisée dans une zone fine éloignée du centre. Il en est de même, mais dans des proportions moindres, d'une partie des trajets effectués par les habitants des deux autres zones.
- Concernant la mobilité à longue distance, le temps de trajet en voiture particulière s'accroît légèrement pour tous les trajets effectués au départ ou à destination du lieu de résidence pour tous les individus de la région, et ce d'autant moins en valeur relative que la distance de trajet est longue ou que la résidence est localisée dans une zone fine éloignée du centre⁵⁷.

Au total, on peut penser que pour ce qui est des facilités de transport au départ ou à destination du lieu de résidence, plus une zone fine est éloignée du centre, moins elle est attractive en variante par rapport à la référence.

⁵⁷ Concernant les trajets en train ou en avion, on ne tient pas compte de la dégradation de niveau de service porte à porte qu'entraîne l'augmentation des temps de parcours routiers côté Ile-de-France pour les voyageurs qui utilisent la voiture ou le taxi entre les gares ou aéroports et leur lieu d'origine ou de destination.

IV.1.1 Application du modèle dans sa version du 14/11/2012, dite « de rôle de l'accessibilité faible »

IV.1.1.1 Lieux de résidence

Pour la référence et la variante, les tableaux 45.1 et 45.2 donnent la distribution des individus selon les zones fines de résidence que l'on obtient avec la version du modèle décrite aux chapitres 2 et 3, d'abord en supposant qu'il n'y a pas de contrainte imposée par le marché foncier (voir le paragraphe II.5.2), puis en tenant compte de cette contrainte (voir le paragraphe II.5.3).

On voit que, déjà assez faible sans contrainte du marché foncier, l'effet de l'augmentation des temps de trajet sur la localisation des résidences est occulté par l'introduction de la contrainte de capacité en logements des zones.

IV.1.1.2 Lieux de travail et mobilité

Les tableaux 46.1 et 46.2 présentent de leur côté les résultats de parc automobile, ceux d'éloignement des lieux de résidence et de travail et ceux de mobilité, toujours sans ou avec contrainte. Aux résultats relatifs à la référence et à la variante, ils ajoutent ce que l'on obtient en considérant, pour chaque ménage-type, l'équipement automobile et les kilomètres parcourus dans la situation de référence, mais en retenant la répartition des ménages selon les segments (et notamment la distribution des lieux de résidence selon les zones fines et celle des actifs selon le degré d'éloignement des lieux de résidence et de travail) que l'on a trouvée pour la variante.

IV.1.1.2.1 Résultats sans contrainte du marché foncier

Résultats avec la répartition des ménages de la variante et avec l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la référence

Sans contrainte du marché foncier, comparativement à la référence, la modification de la répartition des ménages a bien pour conséquence un moindre éloignement des lieux de travail par rapport aux lieux de résidence, une diminution de la mobilité à courte distance pour tous les modes (sauf la marche à pied) et une augmentation de la mobilité à longue distance comme le laisse attendre un rapprochement global des lieux de résidence du centre. Mais les phénomènes ont une ampleur très faible.

Résultats avec la répartition des ménages, l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la variante

Pour un ménage-type donné, il peut y avoir baisse du nombre de kilomètres parcourus par trajet de motif travail quand le pourcentage de réalisation des voyages concernés diminue sensiblement de la référence à la variante. C'est notamment le cas quand les voyages se font vers des lieux de travail qui sont particulièrement éloignés des lieux de résidence. Cela entraîne mécaniquement une diminution du kilométrage par trajet puisque, ainsi qu'on l'a dit dans II.2.1.4, les résultats de nombres de trajets et de kilomètres par trajet ne portent que sur le pourcentage des voyages qui sont effectivement réalisés. Mais, ajoutée à celle de la répartition des ménages, la modification de l'équipement automobile et des kilométrages parcourus par ménage-type ne renforce pas sensiblement l'effet de moindre éloignement des lieux de résidence et de travail.

En revanche, la modification accentue la baisse de la mobilité à courte distance pour la voiture particulière et tous les modes confondus et elle inverse au contraire l'effet sur la mobilité en transports collectifs, le bilan des transferts modaux étant favorable à ces derniers sur l'ensemble des ménages.

Il en est de même pour la mobilité à longue distance, la nette hausse de la mobilité en transports collectifs s'expliquant ici par le fait que leur niveau de service reste le même en référence et en variante alors que celui de la voiture se dégrade et que l'équipement automobile se réduit.

IV.1.1.2.2 Résultats sous contrainte du marché foncier

Résultats avec la répartition des ménages de la variante et avec l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la référence

Sous contrainte du marché foncier, par rapport à la référence, la modification de la répartition des ménages a des effets globalement similaires à ce que l'on a constaté sans contrainte, avec une ampleur toujours très faible. En ce qui concerne l'éloignement moyen des lieux de résidence et de travail, notamment, l'atténuation de l'accroissement dû à la contrainte pour les actifs résidant en grande banlieue est compensé par la plus grande proportion que ceux-ci représentent dans l'ensemble des actifs.

Résultats avec la répartition des ménages, l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la variante

Ajoutée à celle de la répartition des ménages, la modification de l'équipement automobile et des kilométrages parcourus par ménage-type renforce l'effet de moindre éloignement des lieux de résidence et de travail, beaucoup plus que cela n'était le cas sans contrainte. Plus nombreux en effet sont les groupes de voyages qui se font vers des lieux de travail particulièrement éloignés des lieux de résidence et voient leur pourcentage de réalisation diminuer sensiblement.

La modification accentue la baisse de la mobilité à courte distance pour chacun des modes de transport, à la différence de ce que l'on a vu sans contrainte. La distribution géographique des couples de lieux de résidence et de travail n'est pas la même et le bilan des transferts modaux ne se fait plus en faveur des transports collectifs.

Dans le cas de la longue distance, l'effet de hausse de la mobilité en transports collectifs et de baisse de la mobilité en voiture particulière est quasiment le même avec et sans contrainte.

Effets comparés de la modification de la répartition des ménages et de celle de l'équipement automobile et des kilomètres parcourus

Sous contrainte du marché foncier, qu'il s'agisse de la distance parcourue par trajet de motif travail ou de la mobilité tous motifs confondus, les différences entre la référence et la variante viennent peu d'un changement dans le choix que les ménages font des lieux de résidence et de travail, mais essentiellement d'une moindre mobilité à courte distance des individus à lieux de résidence et de travail donnés, à laquelle s'ajoute une moindre mobilité à longue distance.

C'est pourquoi il est intéressant de voir ce que donnerait une version alternative du modèle qui, renforçant le rôle de l'accessibilité en transport sans remettre en cause l'architecture générale de MA.T.I.S.S.E., conduit à une variation plus nette dans la distribution des lieux de résidence selon les zones fines et dans celle des actifs selon le degré d'éloignement des lieux de résidence et de travail.

Tableau 45.1 : Nombre d'individus dans les zones fines
(région capitale, 2002, milliers,
modèle sans contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité faible		référence	variante - référence	variante
centre	zone fine 1	6 841	+ 0.0	6 841
banlieue proche	zone fine 2	1 548	+ 12.3	1 561
	zone fine 3	1 160	- 12.3	1 148
grande banlieue	zone fine 4	192	+ 2.4	195
	zone fine 5	225	+ 3.4	229
	zone fine 6	169	- 2.5	167
	zone fine 7	316	- 3.3	312
	zone fine 8	0	0	0
	zone fine 9	0	0	0
	zone fine 10	0	0	0

Tableau 45.2 : Nombre d'individus dans les zones fines
(région capitale, 2002, milliers,
modèle sous contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité faible		référence	variante - référence	variante
centre	zone fine 1	2 095	- 0.0	2 095
banlieue proche	zone fine 2	1 683	- 0.6	1 682
	zone fine 3	2 393	- 0.4	2 392
grande banlieue	zone fine 4	489	- 1.4	487
	zone fine 5	565	- 2.4	562
	zone fine 6	552	- 1.1	550
	zone fine 7	534	+ 2.4	537
	zone fine 8	392	+ 5.4	397
	zone fine 9	523	- 0.9	522
	zone fine 10	1 227	- 1.0	1 226

Tableau 46.1 : Effet de la variation des temps de trajet sur le parc automobile et la mobilité à courte et longue distance
(région capitale, 2002, valeurs absolues et taux de variation, modèle sans contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité faible	référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence/ référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante / variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante	variante/ référence
nombre de véhicules à disposition des ménages (milliers)						
	3 434	+ 0.0 %	3 435	- 2.3 %	3 356	- 2.3 %
distance moyenne par trajet de motif travail selon la zone de résidence (km)						
centre	5.41	- 0.9 %	5.36	- 0.4 %	5.34	- 1.3 %
banlieue proche	10.60	- 0.7 %	10.53	- 0.7 %	10.46	- 1.3 %
grande banlieue	13.97	- 5.9 %	13.14	- 1.1 %	13.00	- 6.9 %
toutes zones	7.53	- 1.7 %	7.40	- 0.7 %	7.35	- 2.4 %
mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	66 218	- 0.8 %	65 713	+ 3.7 %	68 120	+ 2.9 %
V.P.	118 595	- 1.1 %	117 339	- 12.1 %	103 096	- 13.1 %
marche	5 055	+ 0.3 %	5 072	+ 0.4 %	5 094	+ 0.8 %
tous modes	189 867	- 0.9 %	188 124	- 6.3 %	176 310	- 7.1 %
mobilité à longue distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	68 312	+ 0.0 %	68 333	+ 13.4 %	77 502	+ 13.5 %
V.P.	132 051	+ 0.7 %	132 961	- 12.3 %	116 649	- 11.7 %
tous modes	200 363	+ 0.5 %	201 294	- 3.5 %	194 150	- 3.1 %

Tableau 46.2 : Effet de la variation des temps de trajet sur le parc automobile et la mobilité à courte et longue distance
(région capitale, 2002, valeurs absolues et taux de variation, modèle sous contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité faible	référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence/ référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante / variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante	variante/ référence
nombre de véhicules à disposition des ménages (milliers)						
	4 813	+ 0.1 %	4 820	- 0.6 %	4 789	- 0.5 %
distance moyenne par trajet de motif travail selon la zone de résidence (km)						
centre	8.72	- 1.7 %	8.57	- 0.8 %	8.50	- 2.5 %
banlieue proche	14.15	- 0.8 %	14.04	- 0.5 %	13.97	- 1.3 %
grande banlieue	20.81	- 2.5 %	20.28	- 8.2 %	18.62	- 10.5 %
toutes zones	15.63	- 1.8 %	15.35	- 4.9 %	14.60	- 6.6 %
mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	73 691	- 1.7 %	72 408	- 8.2 %	66 454	- 9.8 %
V.P.	184 081	- 0.8 %	182 534	- 7.4 %	169 112	- 8.1 %
marche	5 124	+ 0.1 %	5 128	+ 2.9 %	5 277	+ 3.0 %
tous modes	262 897	- 1.1 %	260 070	- 7.4 %	240 843	- 8.4 %
mobilité à longue distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	51 344	- 0.7 %	50 968	+ 11.5 %	56 816	+ 10.7 %
V.P.	111 303	+ 0.6 %	111 924	- 11.1 %	99 451	- 10.6 %
tous modes	162 647	+ 0.2 %	162 892	- 4.1 %	156 267	- 3.9 %

IV.1.2 Application du modèle dans une version alternative, dite « de rôle de l'accessibilité fort »

La version alternative du modèle consiste à donner une valeur de 80 – au lieu de 10 – au facteur multiplicatif de la variation relative de la satisfaction en matière de transport dans la fonction de répartition des ménages d'une classe selon les segments qui lui correspondent (voir II.5.2) :

$$\begin{aligned}
 & proportion_{H,\Delta}(zoneprivilegiee, menagetype) \\
 & = secondeetape(menagetype).typelieutravailitudes_{H,S}(zoneresidence_{menagetype}) \\
 & \cdot \exp \left(80 \cdot \left[\frac{(satisfactionmax_{menagetype}(\Delta) - satisfactionmax_{menagetype}(\Theta))}{satisfactionmax_{menagetype}(\Theta)} \right] \right. \\
 & \quad \left. - desavantagelieuresidence(revenu_{menagetype}, zoneresidence_{menagetype}, zoneprivilegiee) \right)
 \end{aligned}$$

Nous verrons plus loin que pour obtenir des résultats voisins de ceux de la version du 14/11/2012 pour les différentes régions de 1975 à 2007, l'augmentation du facteur multiplicatif doit être accompagnée d'un certain accroissement de la valeur du désavantage causé à un ménage par le fait de ne pas résider dans sa zone privilégiée. L'accroissement conduit aux exemples de valeurs moyennes de désavantage donnés dans le tableau 47. Cet accroissement n'empêche cependant pas qu'en moyenne le rôle de l'accessibilité en transport se trouve renforcé par rapport à celui de la zone privilégiée au sein de la fonction de répartition.

Tableau 47 : Valeur moyenne du désavantage causé à un ménage par le fait de résider dans telle ou telle zone, selon la tranche de revenu*

rôle de l'accessibilité fort	<i>zoneresidence = zoneprivilegiee</i>	<i>zoneresidence ≠ zoneprivilegiee</i>
- de 25 k€	0	40.65
25 à 40 k€	0	52.78
+ de 40 k€	0	61.08

* moyennes calculées dans le cas de la région capitale pour 1990

A l'image du paragraphe 4.1.1, les tableaux 48.1 et 48.2 (resp. 49.1 et 49.2) donnent pour la référence et la variante la distribution des individus selon les zones fines de résidence (resp. les résultats de parc automobile et de mobilité) que l'on obtient avec la version alternative, d'abord en supposant qu'il n'y a pas de contrainte imposée par le marché foncier, puis en tenant compte de cette contrainte. Comme pour la version du 14/11/2012, les résultats de mobilité sont complétés par ce que l'on obtient en considérant, pour chaque ménage-type, l'équipement automobile et les kilomètres parcourus dans la situation de référence, mais en retenant la répartition des ménages selon les segments que l'on a trouvée en variante.

IV.1.2.1 Lieux de résidence

Sans ou sous contrainte du marché foncier, l'effet de l'augmentation des temps de trajet sur la localisation des résidences est logiquement plus marqué qu'avec le rôle de l'accessibilité faible, tout en restant limité.

IV.1.2.2 Lieux de travail et mobilité

IV.1.2.2.1 Résultats sans contrainte du marché foncier

Résultats avec la répartition des ménages de la variante et avec l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la référence

Très logiquement à nouveau, comparativement à la référence, les effets de moindre éloignement des lieux de travail par rapport aux lieux de résidence, de diminution de la mobilité à courte distance et d'augmentation de la mobilité à longue distance sont plus nets qu'avec le rôle de l'accessibilité faible.

Résultats avec la répartition des ménages, l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la variante

Ajoutée à celle de la répartition des ménages, la modification de l'équipement automobile et des kilométrages parcourus par ménage-type ne renforce pas plus l'effet de moindre éloignement des lieux de résidence et de travail que cela n'était le cas avec le rôle de l'accessibilité faible.

Les effets de baisse de la mobilité à courte distance, pour la voiture particulière et tous modes confondus, et de hausse de la mobilité en transports collectifs sont du même ordre pour les rôles de l'accessibilité faible et fort.

Il en est de même pour l'effet de hausse de la mobilité en transports collectifs à longue distance et de baisse de celle en voiture particulière.

IV.1.2.2.2 Résultats sous contrainte du marché foncier

Résultats avec la répartition des ménages de la variante et avec l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la référence

Comme c'était le cas sans contrainte, par rapport à la référence, les effets sont plus nets qu'avec le rôle de l'accessibilité faible.

Résultats avec la répartition des ménages, l'équipement automobile et les kilomètres parcourus de la variante

Ajoutée à celle de la répartition des ménages, la modification de l'équipement automobile et des kilométrages parcourus par ménage-type renforce l'effet de moindre éloignement des lieux de résidence et de travail de façon au moins aussi nette qu'avec le rôle de l'accessibilité faible.

Il en est de même de l'accentuation de la baisse de la mobilité à courte distance pour chacun des modes de transport.

Dans le cas de la longue distance, la hausse de la mobilité en transports collectifs et la baisse de celle en voiture particulière sont du même ordre pour les deux rôles de l'accessibilité.

Tableau 48.1 : Nombre d'individus dans les zones fines
(région capitale, 2002, milliers,
modèle sans contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité fort		référence	variante - référence	variante
centre	zone fine 1	6 844	+ 1.1	6 845
banlieue proche	zone fine 2	1 624	+33.2	1 657
	zone fine 3	1 083	- 33.8	1 049
grande banlieue	zone fine 4	194	- 4.1	190
	zone fine 5	252	- 3.9	248
	zone fine 6	196	- 2.7	193
	zone fine 7	259	+ 10.2	269
	zone fine 8	0	0.0	0
	zone fine 9	0	0.0	0
	zone fine 10	0	- 0.1	0

Tableau 48.2 : Nombre d'individus dans les zones fines
(région capitale, 2002, milliers,
modèle sous contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité fort		référence	variante - référence	variante
centre	zone fine 1	2 098	- 0.4	2 098
banlieue proche	zone fine 2	1 685	- 3.5	1 681
	zone fine 3	2 400	+ 5.0	2 405
grande banlieue	zone fine 4	504	- 3.3	501
	zone fine 5	530	- 3.1	527
	zone fine 6	531	+ 4.1	535
	zone fine 7	540	+ 7.1	547
	zone fine 8	441	- 3.2	437
	zone fine 9	507	- 17.4	490
	zone fine 10	1 217	+ 14.9	1 232

Tableau 49.1 : Effet de la variation des temps de trajet sur le parc automobile et la mobilité à courte et longue distance
(région capitale, 2002, valeurs absolues et taux de variation, modèle sans contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité fort	référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence/ référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante / variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante	variante/ référence
nombre de véhicules à disposition des ménages (milliers)						
	3 364	+ 0.5 %	3 380	- 2.5 %	3 296	- 2.0 %
distance moyenne par trajet de motif travail selon la zone de résidence (km)						
centre	6.01	- 5.8 %	5.66	- 0.2 %	5.65	- 6.0 %
banlieue proche	8.87	- 0.5 %	8.83	- 1.4 %	8.71	- 1.8 %
grande banlieue	12.42	- 15.6 %	10.48	- 3.4 %	10.12	- 18.5 %
toutes zones	7.33	- 5.5 %	6.93	- 1.0 %	6.86	- 6.4 %
mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	66 838	- 3.9 %	64 199	+ 5.3 %	67 596	+ 1.1 %
V.P.	118 591	- 2.8 %	115 276	- 13.3 %	99 933	- 15.7 %
marche	5 287	- 0.1 %	5 281	+ 0.1 %	5 285	- 0.0 %
tous modes	190 716	- 3.1 %	184 756	- 6.5 %	172 815	- 9.4 %
mobilité à longue distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	67 597	+ 0.1 %	67 687	+ 14.5 %	77 480	+ 14.6 %
V.P.	135 878	+ 1.6 %	138 074	- 12.3 %	121 134	- 10.9 %
tous modes	203 475	+ 1.1 %	205 760	- 3.5 %	198 614	- 2.4 %

Tableau 49.2 : Effet de la variation des temps de trajet sur le parc automobile et la mobilité à courte et longue distance
(région capitale, 2002, valeurs absolues et taux de variation, modèle sous contrainte du marché foncier)

rôle de l'accessibilité fort	référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence/ référence	variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante / variante avec motorisation et kilomètres de la référence	variante	variante/ référence
nombre de véhicules à disposition des ménages (milliers)						
	4 796	+ 1.0 %	4 844	- 0.7 %	4 808	+ 0.3 %
distance moyenne par trajet de motif travail selon la zone de résidence (km)						
centre	9.29	- 10.8 %	8.29	- 1.3 %	8.18	- 11.9 %
banlieue proche	11.98	- 1.0 %	11.86	- 0.9 %	11.75	- 1.9 %
grande banlieue	20.52	- 2.2 %	20.07	- 24.2 %	15.22	- 25.8 %
toutes zones	14.85	- 2.6 %	14.46	- 14.9 %	12.30	- 17.2 %
mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	77 130	- 6.2 %	72 385	- 5.4 %	68 443	- 11.3 %
V.P.	178 823	- 0.5 %	177 843	- 14.0 %	152 949	- 14.5 %
marche	5 161	- 0.4 %	5 140	+ 3.4 %	5 316	+ 3.0 %
tous modes	261 114	- 2.2 %	255 369	- 11.2 %	226 708	- 13.2 %
mobilité à longue distance selon le moyen de transport principal (jour moyen annuel, milliers de voy x km)						
T.C.	50 907	+ 0.4 %	51 104	+11.9 %	57 185	+ 12.3 %
V.P.	113 119	+ 0.5 %	113 687	- 11.3 %	100 875	- 10.8 %
tous modes	164 027	+ 0.5 %	164 791	- 4.1 %	158 059	- 3.6 %

IV.1.3 Bilan de la comparaison des résultats pour les rôles de l'accessibilité faible et fort

Comme on pouvait s'y attendre, qu'il s'agisse des lieux de résidence et de travail, de la distance parcourue par trajet de motif travail ou de la mobilité à courte distance tous motifs confondus, le rôle de l'accessibilité fort conduit à des effets plus marqués dans le cas d'école d'une modification de l'offre de transport géographiquement ciblée au sein de la région capitale, affectant certains types de lieux d'origine et de destination des trajets seulement.

Il se pose alors la question de savoir laquelle des deux versions alternatives du modèle est la plus pertinente pour ce qui est de la représentation des phénomènes réels.

Nous ne connaissons pas de cas réel de modification de l'offre de transport géographiquement ciblée pour lequel soient disponibles des données d'observation précises et fiables quant à ce qui s'est (resp. se serait) passé avec (resp. sans) la modification pour ce qui est à la fois des lieux de résidence et de travail et de la mobilité sur l'ensemble de la région Ile-de-France.

Le seul moyen de répondre à la question est donc d'examiner la capacité de la version alternative à traiter les configurations d'horizon temporel, de contexte socio-économique et d'offre de transport des années 1975, 1990, 2002 et 2007, avec des résultats qui soient au moins aussi proches des données d'observation franciliennes que ceux de la version du 14/11/2012.

IV.2 Résultats d'application de la version de rôle de l'accessibilité fort à la région capitale

IV.2.1 Hypothèses sur le contexte socio-économique et l'offre de transport

Les hypothèses faites sur le contexte socio-économique et l'offre de transport sont exactement les mêmes que celles retenues en III.1 pour la version du rôle de l'accessibilité faible.

IV.2.2 Résultats de localisation des résidences et des activités

IV.2.2.1 Demande en logements pour les différentes zones

Outre la valeur de 80 donnée au facteur multiplicatif de la variation relative de satisfaction en offre réelle par rapport à l'offre standard au sein de la fonction de répartition des ménages d'une classe, la seule différence⁵⁸ entre la version du 14/11/2012 et la version alternative porte – ainsi qu'on l'a dit – sur la valeur de désavantage causé à un ménage par le fait de ne pas résider dans sa zone privilégiée.

Les tableaux 50.1 et 50.2, construits sur le même modèle que les tableaux 14.6 et 14.12, indiquent pour les années 1975 et 2007 les valeurs prises au cours des opérations d'attribution des ménages aux zones fines de résidence par différentes grandeurs qui reflètent le phénomène de confrontation de la capacité et de la demande dans le cas des ménages d'une personne non étudiante (voir le paragraphe III.2.2.1), en se limitant à la zone fine 1 (i.e. la zone centre).

Les valeurs présentées sont issues de trois applications du modèle :

- celle de la version du 14/11/2012, dite de rôle de l'accessibilité faible, déjà présentée dans le chapitre 3,
- l'application d'une version du modèle dérivée de la précédente en ne faisant varier que le facteur multiplicatif de la variation relative de satisfaction, de la valeur de 10 à celle de 80,
- celle de la version dite de rôle de l'accessibilité fort, dérivée de la précédente en augmentant les valeurs de désavantage de ne pas résider dans la zone privilégiée, comme indiqué dans le tableau 47.

Rappelons que, parmi les grandeurs considérées, la première colonne donne la demande pour la zone fine $demandecourante_{zonefine}(quartile, taille)$, telle qu'elle est estimée au tout début des opérations, compte tenu des préférences des ménages en matière de zone de résidence privilégiée et de la satisfaction des différents segments en matière de transport.

⁵⁸ Nous présenterons plus loin une différence qui porte sur la modification exogène de la répartition des ménages selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4, mais qui ne touche pas au modèle lui-même.

On voit que la seule augmentation du facteur multiplicatif de la variation relative de satisfaction a pour effet d'accroître la demande courante en 1975 et, au contraire, de la réduire en 2007.

En effet, les ménages du premier quartile sont sensiblement moins équipés de voiture particulière en 1975 qu'en 2007. En conséquence, pour ces ménages, la zone centre, bien desservie en transports collectifs et bien pourvue d'opportunités de lieux de séjour peu éloignés, est particulièrement attractive par rapport aux autres zones pour ce qui est du transport en 1975. Elle l'est moins en 2007, d'autant que, depuis 1975, les emplois se sont en partie déplacés vers les autres zones.

Avec cette moindre croissance de la demande, il ne nous a pas été possible de reconstituer une évolution de la population des ménages et des individus dans la zone centre qui soit aussi proche de l'évolution parisienne que le permettait la version du 14/11/2012.

Il est possible en revanche de retrouver une croissance suffisante de la demande pour la zone centre en renforçant le désavantage causé à un ménage par le fait de ne pas résider dans sa zone privilégiée ; celle-ci coïncide en effet avec la zone centre dans la majorité des cas et le plus grand désavantage de ne pas y résider fait que certains ménages seront moins sensibles à sa perte d'attractivité relative pour le transport et pour l'emploi entre 1975 et 2007.

D'où le choix des nouvelles valeurs de désavantage du tableau 47. Ainsi qu'on l'a dit, l'augmentation de ces valeurs n'empêche pas que – par rapport à la version du 14/11/2012 - le poids relatif de l'accessibilité en transport reste en moyenne plus fort au sein de la fonction de répartition des ménages selon les segments.

**Tableau 50.1 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon la version du modèle**
(région capitale, 1975, seconde étape du processus, une personne, milliers)

premier quartile, centre, zone fine 1	<i>capacite</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande courante</i> en début des opérations	<i>demande courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
rôle de l'accessibilité faible	268	113	113	113
rôle de l'accessibilité fort avec désavantage de la version du 14/11/2012	275	128	128	128
rôle de l'accessibilité fort	267	111	111	111

**Tableau 50.2 : Valeurs de capacité, de demande et de nombre de ménages
résidant selon la version du modèle**
(région capitale, 2007, seconde étape du processus, une personne, milliers)

premier quartile, centre, zone fine 1	<i>capacite</i> au stade de la confrontation capacité- demande	<i>demande courante</i> en début des opérations	<i>demande courante</i> au stade de la confrontation capacité- demande	nombre de ménages attribué à la zone fine à la fin des opérations
rôle de l'accessibilité faible	280	179	179	179
rôle de l'accessibilité fort avec désavantage de la version du 14/11/2012	272	155	155	155
rôle de l'accessibilité fort	279	177	177	177

IV.2.2.2 Modification exogène de la localisation des emplois et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail

IV.2.2.2.1 Période 1975-2002

Analogues aux tableaux 16.1 à 17.2, 15.2 et 18.2 relatifs à la version de rôle de l'accessibilité faible, les tableaux 51.1 à 53.2 présentent les résultats obtenus pour chaque horizon respectivement avec la modification exogène invariante et avec la modification variable retenues pour l'application de la version de rôle de l'accessibilité fort

- d'abord quant à la distribution des actifs selon les types de segment 1, 2, 3 ou 4,
- ensuite quant aux conséquences de la nouvelle distribution sur la distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail, notamment tous types de segment confondus,
- enfin quant à la distribution des actifs selon les lieux de résidence et de travail, tous types de segment confondus.

Comme pour l'application de la version du 14/11/2012, par rapport à la modification exogène invariante, la modification variable a pour effet de faire augmenter la proportion des segments de type 2 et d'accentuer la tendance à l'accroissement de la proportion des segments de type 4, tout cela au détriment des segments de type 3.

Par suite, pour l'ensemble des actifs de la région, l'augmentation du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail sur la période passe de 5.43 km avec modification invariante à 5.42 km avec modification variable. Comme nous l'avons déjà dit dans III.2.2.3.2, un renforcement du rôle que la variation relative de satisfaction joue dans la fonction de répartition des ménages selon les segments, permet logiquement d'obtenir une augmentation de la distance parcourue par trajet des voyages de motif travail qui est proche de ce qui a été observé en Ile-de-France, au moins en moyenne et toutes zones de résidence des actifs confondues, et ceci sans qu'il soit vraiment nécessaire de faire varier la modification exogène au fil des ans.

IV.2.2.2.2 Période 2002-2007

La modification a pour effet d'inverser la tendance à la diminution de la proportion des segments de types 1 et 2, au détriment des segments de type 4.

La conséquence en est que la variation du nombre d'emplois dans la zone centre passe d'une diminution de 25 000 à une augmentation de 42 000, ce qui représente une modification d'ampleur plus limitée que pour la version de rôle de l'accessibilité faible ; Il semble là encore que le renforcement du rôle de la variation relative de satisfaction permet de mieux reproduire l'effet de la dégradation du niveau de service routier sur la période qui pourrait favoriser la localisation des emplois dans une zone aisément accessible en transports collectifs comme le centre.

Parallèlement, pour l'ensemble des actifs, la variation du nombre moyen de kilomètres parcourus par trajet de motif travail passe d'une augmentation de 1.57 km à une diminution de 0.76 km.

**Tableau 51.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène invariante
(région capitale, modèle)**

rôle de l'accessibilité fort		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4
part des actifs en 1975					
zone de résidence	centre	66 %	12 %	8 %	14 %
	banlieue proche	58 %	13 %	12 %	17 %
	grande banlieue	15 %	40 %	31 %	14 %
	toutes zones	45 %	22 %	18 %	15 %
part des actifs en 1990					
zone de résidence	centre	58 %	13 %	8 %	22 %
	banlieue proche	53 %	11 %	10 %	26 %
	grande banlieue	16 %	35 %	23 %	25 %
	toutes zones	39 %	21 %	15 %	25 %
part des actifs en 2002					
zone de résidence	centre	57 %	13 %	8 %	22 %
	banlieue proche	50 %	10 %	8 %	33 %
	grande banlieue	16 %	29 %	23 %	32 %
	toutes zones	37 %	18 %	14 %	30 %
part des actifs en 2007					
zone de résidence	centre	50 %	12 %	8 %	29 %
	banlieue proche	46 %	9 %	9 %	36 %
	grande banlieue	15 %	27 %	24 %	34 %
	toutes zones	33 %	18 %	15 %	34 %

**Tableau 51.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène variable
(région capitale, modèle)**

rôle de l'accessibilité fort		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4
part des actifs en 1975					
zone de résidence	centre	45 %	15 %	10 %	31 %
	banlieue proche	58 %	2 %	36 %	3 %
	grande banlieue	26 %	35 %	29 %	10 %
	toutes zones	44 %	16 %	28 %	12 %
part des actifs en 1990					
zone de résidence	centre	58 %	13 %	8 %	22 %
	banlieue proche	53 %	11 %	10 %	26 %
	grande banlieue	16 %	35 %	23 %	25 %
	toutes zones	39 %	21 %	15 %	25 %
part des actifs en 2002					
zone de résidence	centre	41 %	3 %	18 %	38 %
	banlieue proche	43 %	13 %	10 %	33 %
	grande banlieue	25 %	29 %	22 %	24 %
	toutes zones	35 %	18 %	17 %	31 %
part des actifs en 2007					
zone de résidence	centre	47 %	3 %	19 %	31 %
	banlieue proche	41 %	19 %	18 %	21 %
	grande banlieue	25 %	35 %	23 %	17 %
	toutes zones	35 %	23 %	20 %	21 %

**Tableau 52.1 : Distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail
selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène invariante
(région capitale, km, modèle)**

rôle de l'accessibilité fort		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4	tous segments
1975						
zone de résidence	centre	4.25	9.37	8.15	10.20	5.91
	banlieue proche	10.03	3.95	3.08	18.53	9.32
	grande banlieue	28.02	9.96	6.24	24.25	12.53
	toutes zones	9.63	8.10	5.55	18.36	9.63
1990						
zone de résidence	centre	4.99	9.94	8.81	13.58	7.67
	banlieue proche	9.82	4.15	2.91	20.03	10.65
	grande banlieue	26.11	11.97	8.35	38.13	19.18
	toutes zones	10.35	9.87	7.00	25.91	13.26
2002						
zone de résidence	centre	4.86	9.80	9.16	14.72	8.04
	banlieue proche	10.54	5.24	3.52	20.65	12.30
	grande banlieue	23.58	11.76	9.97	39.88	21.38
	toutes zones	10.53	10.03	8.51	27.98	15.06
2007						
zone de résidence	centre	4.83	9.43	9.47	15.24	8.82
	banlieue proche	10.70	5.36	3.42	22.03	13.44
	grande banlieue	23.12	12.16	10.84	43.00	23.16
	toutes zones	10.83	10.48	9.25	29.61	16.63

**Tableau 52.2 : Distance moyenne parcourue par trajet des voyages de motif travail
selon les zones de résidence
et selon les segments de type d'emploi 1, 2, 3 et 4
avec modification exogène variable
(région capitale, km, modèle)**

rôle de l'accessibilité fort		segments de type 1	segments de type 2	segments de type 3	segments de type 4	tous segments
1975						
zone de résidence	centre	4.11	8.92	7.57	9.94	6.83
	banlieue proche	10.25	3.76	4.36	18.73	7.85
	grande banlieue	25.00	8.97	5.70	29.69	13.10
	toutes zones	11.38	8.51	5.12	15.98	9.43
1990						
zone de résidence	centre	4.99	9.94	8.81	13.58	7.67
	banlieue proche	9.82	4.15	2.91	20.03	10.65
	grande banlieue	26.11	11.97	8.35	38.13	19.18
	toutes zones	10.35	9.87	7.00	25.91	13.26
2002						
zone de résidence	centre	4.72	9.11	8.39	14.54	9.29
	banlieue proche	10.47	5.34	3.84	20.76	11.98
	grande banlieue	23.37	11.24	9.99	41.21	20.52
	toutes zones	12.25	9.27	8.24	25.60	14.85
2007						
zone de résidence	centre	4.79	9.28	9.14	15.22	8.94
	banlieue proche	10.60	5.46	4.32	21.78	10.42
	grande banlieue	24.21	12.47	11.48	44.37	19.79
	toutes zones	12.51	10.06	8.87	27.10	14.09

**Tableau 53.1 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène invariante**
(région capitale, processus complet, milliers, modèle)

(rôle de l'accessibilité fort) zone de travail		centre	banlieue proche	grande banlieue	toutes zones
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	780	204	40	1 024
	banlieue proche	761	1 014	105	1 879
	grande banlieue	314	259	926	1 499
	toutes zones	1 855	1 477	1 071	4 403
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	675	240	78	993
	banlieue proche	635	1 014	106	1 756
	grande banlieue	376	291	1 125	1 792
	toutes zones	1 687	1 545	1 309	4 541
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	652	214	110	976
	banlieue proche	631	1 070	145	1 846
	grande banlieue	319	340	1 316	1 976
	toutes zones	1 602	1 625	1 571	4 798
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	630	227	133	989
	banlieue proche	613	1 072	173	1 857
	grande banlieue	334	377	1 524	2 236
	toutes zones	1 577	1 676	1 830	5.082

**Tableau 53.2 : Distribution des actifs selon les zones de résidence et de travail
avec modification exogène variable**
(région capitale, processus complet, milliers, modèle)

(rôle de l'accessibilité fort) zone de travail		centre	banlieue proche	grande banlieue	toutes zones
nombre d'actifs en 1975					
zone de résidence	centre	724	253	48	1 024
	banlieue proche	805	987	90	1 882
	grande banlieue	375	218	903	1 496
	toutes zones	1 904	1 457	1 042	4 403
nombre d'actifs en 1990					
zone de résidence	centre	675	240	78	993
	banlieue proche	635	1 014	106	1 756
	grande banlieue	376	291	1 125	1 792
	toutes zones	1 687	1 545	1 309	4 541
nombre d'actifs en 2002					
zone de résidence	centre	619	232	125	976
	banlieue proche	547	1 150	149	1 846
	grande banlieue	378	288	1 309	1 976
	toutes zones	1 545	1 670	1 583	4 798
nombre d'actifs en 2007					
zone de résidence	centre	635	219	136	989
	banlieue proche	550	1 152	157	1 859
	grande banlieue	402	347	1 485	2 234
	toutes zones	1 587	1 719	1 777	5 082

IV.2.2.3 Résultats de localisation des résidences

Analogues aux tableaux 19.2, 20.2 et 22 relatifs à la version de rôle de l'accessibilité faible, les tableaux 54 à 56 donnent l'évolution des caractéristiques de la population des zones pour la période 1975-2007.

A l'exception d'augmentations un peu faibles du nombre des ménages de deux personnes pour la zone banlieue proche et des ménages de quatre personnes pour la zone grande banlieue, la version de rôle de l'accessibilité fort donne des résultats qui sont aussi proches des données d'observation que ceux de la version du 14/11/2012 en ce qui concerne les aspects démographiques.

Les résultats des deux versions sont également voisins en ce qui concerne les revenus.

Il n'est pas surprenant que l'on puisse obtenir les mêmes résultats finaux d'évolution de l'occupation des zones sur longue période avec deux versions assez différentes quant au poids des différents critères de choix des lieux de résidence.

- Dans le cas d'une région organisée autour d'un centre économiquement dominant, riche en patrimoine architectural et point de convergence d'un réseau de transport de structure radiale comme l'Ile-de-France, il existe en effet une forte corrélation spatiale de l'accessibilité en transport et des autres facteurs susceptibles d'attirer les ménages.
- En outre, les zones les plus recherchées par les ménages – pour l'accessibilité en transport et/ou pour d'autres attraits – ont une capacité en logements limitée, ce qui fait que la zone finalement habitée par la plupart des ménages n'est pas celle qu'ils auraient idéalement souhaité habiter, mais une zone offrant des prix fonciers compatibles avec leur revenu et qui n'a pas grand chose à voir avec leurs préférences en matière de transport et d'autres facteurs d'attrait.

Certes, parmi les zones de prix fonciers compatibles et de capacité en logements non saturée, les ménages concernés préféreront celles qui – à prix fonciers identiques – sont les mieux desservies pour le transport et/ou présentent un avantage du point de vue des autres facteurs d'attrait. Il s'agit là d'une alternative de choix de localisation de la résidence qui se place non plus à l'échelle de toute la région, mais à celle de marchés plus « locaux »⁵⁹. Le modèle représente explicitement cette alternative pour ce qui est du critère de l'accessibilité en transport en distinguant, au sein de chaque couronne géographique, les lieux qui sont le moins éloignés d'un terminal de transport collectif ou d'un échangeur autoroutier ou de voie rapide et le reste de la couronne (voir le paragraphe II.5.3). Il conviendrait de voir dans quelle mesure la répartition des ménages donnée par le modèle selon les deux types de lieux est proche ou non de ce qui a été observé en Ile-de-France, en coupe instantanée ou en évolution sur longue période. Cet examen n'a pu être réalisé dans le cadre du travail présenté ici.

⁵⁹ Le terme de « local » n'est pas tout à fait approprié car les zones en concurrence peuvent se trouver très éloignées les unes des autres.

Il ne faut cependant pas trop attendre d'un tel exercice ; en effet, si certaines localisations de résidence à proximité de terminaux de transport collectif ou d'infrastructures routières sont dues à l'existence de ces terminaux ou infrastructures, la logique économique et les critères de décision en matière d'investissement ou d'exploitation de systèmes de transport font que les aménagements en la matière se font plutôt pour des relations origine-destination entre zones dont on sait qu'elles connaîtront de toutes façons une certaine croissance du nombre de leurs résidents. Il est donc difficile, à l'échelle locale, de dire quelle est la cause et quel est l'effet quand il y a concomitance d'un dynamisme démographique et d'une bonne desserte en transport.

Tableau 54 : Nombre de ménages selon la taille et la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessibilité fort		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	une pers.	480	517	555	568	+ 18 %
	deux pers.	320	294	286	279	- 13 %
	trois pers.	147	128	121	116	- 21 %
	quatre pers.	92	88	85	83	- 10 %
	cinq pers. et +	60	72	54	54	- 10 %
	tous	1 100	1 100	1 100	1 100	0 %
banlieue proche	une pers.	334	479	558	606	+ 81 %
	deux pers.	399	500	472	455	+ 14 %
	trois pers.	315	292	277	263	- 17 %
	quatre pers.	219	225	245	251	+ 15 %
	cinq pers. et +	170	143	154	156	- 8 %
	tous	1 436	1 638	1 706	1 731	+ 21 %
grande banlieue	une pers.	216	351	448	491	+ 127 %
	deux pers.	293	384	512	629	+ 115 %
	trois pers.	269	306	309	328	+ 22 %
	quatre pers.	243	317	307	319	+ 31 %
	cinq pers. et +	154	120	129	137	- 11 %
	tous	1 174	1 477	1 704	1 903	+ 62 %

Tableau 55 : Nombre d'individus selon la catégorie et la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues en milliers et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessibilité fort		1975	1990	2002	2007	1975-2007
centre	enfants en bas âge	125	110	94	97	- 22 %
	enfants	299	335	323	301	+ 1 %
	étudiants	152	170	187	178	+ 17 %
	actifs	1 024	993	976	989	- 3 %
	non-actifs	168	248	172	179	+ 7 %
	retraités	463	347	347	330	- 29 %
	tous	2 232	2 204	2 098	2 075	- 7 %
banlieue proche	enfants en bas âge	361	220	246	285	- 21 %
	enfants	702	750	776	748	+ 7 %
	étudiants	141	241	298	314	+ 123 %
	actifs	1 882	1 756	1 846	1 859	- 1 %
	non-actifs	365	511	412	403	+ 10 %
	retraités	348	489	507	479	+ 38 %
	tous	3 800	3 968	4 085	4 089	+ 8 %
grande banlieue	enfants en bas âge	334	227	205	239	- 28 %
	enfants	779	963	985	1 026	+ 32 %
	étudiants	97	149	175	188	+ 94 %
	actifs	1 496	1 792	1 976	2 234	+ 49 %
	non-actifs	288	408	422	411	+ 43 %
	retraités	355	365	506	592	+ 67 %
	tous	3 349	3 904	4 269	4 690	+ 40 %

Tableau 56 : Caractéristiques de revenu des ménages selon la zone de résidence
(région capitale, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessibilité fort		1975	1990	2002	2007	1975-2007
valeur moyenne du revenu par ménage (€)						
centre		40 642	45 725	49 215	51 470	+ 27 %
banlieue proche		37 947	42 218	45 590	46 946	+ 24 %
grande banlieue		34 418	43 151	45 708	46 482	+ 35 %
rapport du revenu moyen du dernier quartile au revenu moyen du premier quartile (ménages ordonnés selon le revenu)						
centre		7.66	5.55	9.29	9.63	+ 26 %
banlieue proche		5.05	4.51	5.70	6.06	+ 20 %
grande banlieue		5.08	4.03	4.42	4.35	- 14 %
valeur moyenne du revenu par ménage selon la taille du ménage (€)						
centre	une personne	22 589	25 417	27 808	28 747	+ 27 %
	deux personnes	39 819	45 810	55 675	61 151	+ 54 %
	trois personnes	61 997	70 648	77 508	83 130	+ 34 %
	quatre personnes	73 075	85 538	96 313	97 457	+ 33 %
	cinq personnes et +	87 232	97 968	97 627	101 964	+ 17 %
banlieue proche	une personne	20 009	23 986	26 276	27 081	+ 35 %
	deux personnes	30 307	35 394	39 461	41 850	+ 38 %
	trois personnes	42 989	50 257	53 464	54 434	+ 27 %
	quatre personnes	49 901	63 923	69 531	72 677	+ 46 %
	cinq personnes et +	66 415	76 667	81 898	84 974	+ 28 %
grande banlieue	une personne	16 709	22 746	25 757	27 018	+ 62 %
	deux personnes	24 140	33 408	35 859	36 797	+ 52 %
	trois personnes	38 307	50 448	55 510	56 253	+ 47 %
	quatre personnes	50 200	64 217	68 837	71 687	+ 43 %
	cinq personnes et +	47 134	59 714	75 622	78 816	+ 67 %

IV.2.3 Résultats d'équipement automobile et de mobilité à courte distance

IV.2.3.1 Équipement automobile

Analogue au tableau 38.2 relatif à la version de rôle de l'accessibilité faible, le tableau 57 montre l'évolution de l'équipement automobile des ménages obtenue pour la région capitale avec la version de rôle de l'accessibilité fort.

La comparaison de ces résultats inspire les remarques suivantes.

- En 1990, quelle que soit la zone, le nombre de véhicules par ménage selon le modèle est proche de ce que donne la version du 14/11/2012 et proche également de ce qui a été observé en Ile-de-France.
- De 1975 à 2007, la croissance relative du nombre moyen de véhicules par ménage est plus forte pour la zone banlieue proche et toutes zones confondues que pour la version du 14/11/2012, ce qui renforce l'écart vis à vis des données d'observation déjà constaté pour cette dernière version.

La différence entre rôle de l'accessibilité faible et rôle de l'accessibilité fort pour la banlieue proche tient surtout à l'année 1975.

La raison en est que, pour un segment, la variation relative de satisfaction en offre réelle par rapport à l'offre standard est plutôt plus forte en valeur absolue quand l'éloignement du lieu de résidence et des lieux de travail et/ou d'études (ou de séjour pour un autre motif dans le cas d'un ménage sans actif, ni étudiant, ni enfant de plus de 6 ans) est important. Par ailleurs, un plus grand éloignement de ces lieux implique généralement des niveaux d'équipement en voiture particulière qui sont plutôt plus élevés pour les segments qui balancent le plus entre s'équiper ou ne pas s'équiper, c'est-à-dire notamment les bas revenus ou les lieux de résidence situés en banlieue proche. Ayant pour effet de réduire l'éloignement des lieux de résidence et de séjour, l'augmentation du poids du terme correspondant à la variation de satisfaction dans la fonction de répartition des ménages a donc aussi pour effet de faire baisser le taux d'équipement sur l'ensemble des segments, et ceci tout spécialement pour les ménages résidant en banlieue proche à l'horizon 1975 .

Tableau 57 : Équipement automobile
(valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessibilité fort		1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre moyen de véhicules par ménage selon la zone de résidence						
région capitale	centre	0.51	0.58	0.57	0.50	- 2 %
	banlieue proche	0.81	0.91	1.10	1.06	+ 31 %
	grande banlieue	0.89	1.17	1.34	1.34	+ 51 %
	toutes zones	0.75	0.91	1.06	1.04	+ 40 %
distribution des ménages selon l'équipement						
région capitale	pas de V.P.	44 %	33 %	25 %	26 %	- 18 pts
	1 V.P.	39 %	45 %	48 %	47 %	+ 8 pts
	2 V.P. et +	17 %	21 %	27 %	26 %	+ 9 pts

IV.2.3.2 Mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen

Analogues aux tableaux 40.2, 41.2 et 42.2, les tableaux 58 à 60 présentent les résultats de mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen pour la région capitale que permet d'obtenir le modèle dans sa version de rôle de l'accessibilité forte.

IV.2.3.2.1 Période 1975-2002

Il apparaît que, comme c'était le cas pour ce qui concerne l'évolution des caractéristiques de la population des zones, les résultats des deux versions du modèle sont proches, aussi bien pour l'année 1990 qu'en évolution sur la période.

Toutefois, on remarque les écarts suivants.

- L'augmentation du nombre de kilomètres parcourus respectivement en transports collectifs et en voiture particulière sont plus proches des données d'observation franciliennes dans le cas du rôle de l'accessibilité forte ; mais cela s'accompagne d'un accroissement des nombres de kilomètres par trajet qui diffère plus de ce qui a été observé.
- Il y a également, pour la version du rôle de l'accessibilité forte, une plus grande différence vis à vis des données de l'Ile-de-France pour la croissance des nombres de voyageurs x kilomètres considérés par motif de voyage.

IV.2.3.2.2 Période 2002-2007

Dans la ligne de la période 1975-2002, on note la proximité des taux d'évolution de la mobilité obtenus avec les deux versions du modèle

Vis à vis des données d'observation pour l'Ile-de-France, la version de rôle de l'accessibilité forte ne permet pas de réduire l'écart constaté quant à l'augmentation de la mobilité en transports collectifs et à la diminution de celle en voiture particulière.

Tableau 58 : Mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessibilité fort	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour					
T.C.	0.67	0.74	0.73	0.77	+ 15 %
V.P.	1.51	1.58	1.74	1.71	+ 13 %
marche	1.40	1.20	1.11	1.08	- 23 %
tous modes hors marche	2.18	2.32	2.47	2.48	+ 14 %
tous modes	3.57	3.53	3.58	3.56	- 0 %
nombre de kilomètres par individu et par jour					
T.C.	6.16	7.33	6.82	7.09	+ 15 %
V.P.	8.78	11.34	13.81	13.10	+ 49 %
marche	0.82	0.73	0.67	0.68	- 17 %
tous modes hors marche	14.94	18.67	20.63	20.19	+ 35 %
tous modes	15.76	19.40	21.31	20.87	+ 32 %
distance moyenne parcourue par trajet (km)					
T.C.	9.24	9.88	9.38	9.25	+ 0 %
V.P.	5.81	7.17	7.95	7.64	+ 32 %
marche	0.59	0.60	0.60	0.63	+ 8 %
tous modes hors marche	6.86	8.03	8.37	8.14	+ 19 %
tous modes	4.41	5.50	5.96	5.86	+ 33 %

Tableau 59 : Mobilité à courte distance selon le motif principal du voyage
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessi- bilité fort	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
travail	0.99	0.90	0.89	0.91	- 8 %
études	0.61	0.65	0.66	0.64	+ 6 %
autres motifs	1.98	1.98	2.03	2.00	+ 1 %
tous motifs	3.57	3.53	3.58	3.56	- 0 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
travail	8.20	10.62	11.80	11.28	+ 38 %
études	1.88	2.41	2.67	2.82	+ 50 %
autres motifs	5.68	6.37	6.84	6.77	+ 19 %
tous motifs	15.76	19.40	21.31	20.87	+ 32 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
travail	8.28	11.82	13.28	12.33	+ 49 %
études	3.09	3.68	4.05	4.38	+ 42 %
autres motifs	2.88	3.22	3.37	3.38	+ 18 %
tous motifs	4.41	5.50	5.96	5.86	+ 33 %

Tableau 60 : Mobilité à courte distance selon la zone de résidence du ménage
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessi- bilité fort	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, T.C.					
centre	0.94	1.28	1.43	1.68	+ 79 %
banlieue proche	0.72	0.73	0.71	0.72	0 %
grande banlieue	0.41	0.45	0.40	0.39	- 4 %
toutes zones	0.67	0.74	0.73	0.77	+ 15 %
nombre de trajets par individu et par jour, V.P.					
centre	1.04	0.92	0.94	0.84	- 20 %
banlieue proche	1.40	1.45	1.63	1.62	+ 16 %
grande banlieue	1.97	2.09	2.24	2.18	+ 11 %
toutes zones	1.51	1.58	1.74	1.71	+ 13 %
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
centre	3.52	3.57	3.72	3.76	+ 7 %
banlieue proche	3.22	3.13	3.27	3.33	+ 3 %
grande banlieue	4.01	3.91	3.79	3.67	- 9 %
toutes zones	3.57	3.53	3.58	3.56	- 0 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
centre	11.71	13.18	14.44	14.28	+ 22 %
banlieue proche	14.11	16.19	17.21	16.03	+ 14 %
grande banlieue	20.46	26.21	28.57	27.93	+ 36 %
toutes zones	15.76	19.40	21.31	20.87	+ 32 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
centre	3.33	3.69	3.88	3.80	+ 14 %
banlieue proche	4.38	5.17	5.26	4.81	+ 10 %
grande banlieue	5.10	6.71	7.53	7.61	+ 49 %
toutes zones	4.41	5.50	5.96	5.86	+ 33 %

IV.3 Difficulté de quantifier le rôle joué par l'accessibilité en transport

De la comparaison faite des versions de rôle de l'accessibilité respectivement faible et fort, se dégagent les enseignements suivants.

- Ainsi qu'on l'a dit, qu'il s'agisse des lieux de résidence des ménages, de l'éloignement des lieux de résidence et de travail des actifs ou de la mobilité à courte distance tous motifs confondus, le rôle de l'accessibilité fort conduit à des effets plus marqués dans le cas d'écologie d'une modification de l'offre de transport géographiquement ciblée au sein de la région capitale, affectant certains types de lieux d'origine et de destination des trajets seulement. Mais on ne peut déterminer si cela doit faire préférer cette version à celle de rôle de l'accessibilité faible, faute de cas réel de modification de l'offre de transport pour lequel soient disponibles des données d'observation précises et fiables quant à ce qui s'est (resp. se serait) passé avec (resp. sans) la modification pour ce qui est à la fois des lieux de résidence et de travail et de la mobilité sur l'ensemble de la région Ile-de-France.
- Pour l'Ile-de-France et les trois décennies passées, il existe en revanche des données d'observation sur l'évolution de la localisation des résidences, de l'éloignement des lieux de résidence et de travail des actifs, de l'équipement automobile et de la mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen. Que ce soit avec l'une ou l'autre version, les résultats obtenus sont assez proches de ce qui a été observé.

- Cependant, avec la version de rôle de l'accessibilité fort, le modèle est à lui seul capable de reproduire l'augmentation observée de la distance parcourue par trajet des voyages de motif travail, au moins en moyenne et toutes zones de résidence des actifs confondues sur la période 1975-2002 ; ce résultat n'est possible avec le rôle de l'accessibilité faible qu'au prix d'une modification exogène de l'éloignement des lieux de résidence et de travail qui varie selon les années.

Le fait qu'une modification exogène variable soit nécessaire pour reconstituer les phénomènes réels ne constitue pas une raison suffisante de rejeter la version de rôle de l'accessibilité faible, dans la mesure où nous savons que, par sa construction, le modèle ne peut pas de toutes façons représenter tout ce qui se passe en matière de localisation des emplois.

En outre, une modification exogène variable reste nécessaire pour que la version de rôle de l'accessibilité fort donne des résultats proches des observations sur la période 2002-2007. Il en est de même pour la période 1975-2002 si l'on rentre dans le détail des résultats, en distinguant notamment les individus selon leur zone de résidence. A cet égard, on trouvera en annexe les résultats de mobilité que donne la version de rôle de l'accessibilité fort avec une modification exogène de l'éloignement des lieux de résidence et de travail qui reste invariante, quelle que soit l'année considérée ; il apparaît que l'invariance de la modification conduit, sur la période 1975-2002, à sous-estimer la croissance de la mobilité des résidents de la banlieue proche et à surestimer celle des résidents de la grande banlieue.

- Pour ce qui est de l'évolution de l'équipement automobile, les résultats sont plus proches des observations avec la version de rôle de l'accessibilité faible.

Au total, sachant que le modèle M.A.T.I.S.S.E. a pour objet avant tout de représenter les comportements en matière de transport, nous avons choisi de présenter dans ce rapport la version de rôle de l'accessibilité faible comme celle de base du modèle.

Mais nous sommes conscients qu'il pèse encore une incertitude sur la place du transport dans les phénomènes de localisation des résidences et des activités, d'autant que d'autres versions ou hypothèses d'application alternatives du modèle auraient pu être testées.

Par exemple, on aurait pu comparer les versions de rôles de l'accessibilité en transport respectivement faible et fort en retenant, pour leur application à la région capitale, des hypothèses de pourcentages de transfert des ménages différentes de celles mentionnées en III.2.1. Il est possible en effet que, dans le cas de ménages souhaitant mais ne pouvant pas résider dans le centre, le pourcentage de transfert de 75 % vers la banlieue proche soit exagéré. Un tel pourcentage oriente en effet de façon un peu arbitraire la localisation des résidences des ménages transférés vers des zones fines qui se trouvent être de fait proches du centre et donc plus accessibles du point de vue du transport que la grande banlieue, mais sans que le critère de variation relative de la satisfaction des ménages joue véritablement un rôle dans l'obtention de ce résultat. Le fait qu'un certain nombre des ménages choisissent de résider en banlieue proche faute de pouvoir le faire dans le centre est bien vérifié dans la réalité ; mais, si certains ménages préfèrent habiter dans des communes proches de Paris qui offrent parfois un cadre de vie moins attractif que d'autres communes situées en grande banlieue, cela peut être en raison de la plus grande facilité d'accès à Paris. Le fait que, dans la version actuelle de M.A.T.I..S.S.E., le choix des ménages transférés soit en grande partie forcé au profit de la banlieue proche empêche de véritablement apprécier si – dans le cas qui nous occupe – le modèle accorde ou non une importance suffisante à l'accessibilité en transport.

Conclusion

Appliquée à un ensemble de régions dont le regroupement présente des caractéristiques géographiques et socio-économiques proches de celles de la France, la version du modèle M.A.T.I.S.S.E. présentée ici permet donc de reproduire de façon totalement liée et cohérente différents phénomènes sur une période d'une trentaine d'années :

- l'évolution de la localisation des résidences et des emplois selon quelques grandes zones correspondant à différentes tranches de distances vis à vis du centre de la région, ainsi que celle de l'éloignement des lieux de résidence et de travail des actifs,
- le développement de l'équipement automobile des ménages,
- la variation de la mobilité à courte distance,
- la croissance de la mobilité à longue distance.

Pour chacun de ces phénomènes, données d'observation et résultats du modèle sont proches, au moins à un certain niveau d'agrégation.

Certaines questions restent malgré tout en suspens quant à la validité du modèle.

- La comparaison des données d'observation et des résultats du modèle en matière de localisation n'a été faite que sur l'Ile-de-France, et ceci plus pour les résidences que pour les emplois.
- Dans le cas de l'Ile-de-France précisément, des résultats proches des observations ne peuvent être obtenus pour l'éloignement des lieux de résidence et de travail sans apporter une certaine modification exogène, censée représenter les mécanismes de localisation des emplois non traités par le modèle.
- Toujours pour l'Ile-de-France, malgré la proximité des résultats de localisation, il reste encore une incertitude sur les rôles respectifs joués par l'accessibilité en transport et les autres facteurs d'attrait des zones dans le processus de choix des lieux de résidence et de travail par les ménages.
- Pour l'Ile-de-France (resp. le reste de la France), une croissance de la mobilité à courte distance proche des observations ne peut être obtenue que par une forte croissance relative du nombre de résidents aux frontières de la région (resp. du nombre d'actifs occupant un emploi hors de la région) qui reste à vérifier.
- Contrairement à ce qui a été fait pour l'Ile-de-France et la région capitale, les données d'observation pour le reste de la France ont été comparées aux résultats du modèle issus d'une application à trois régions « fictives » dont l'agrégation conduit certes à un ensemble de caractéristiques voisines de celles du reste de la France, mais dont aucune ne peut véritablement être assimilée à une région précise existant réellement en France.

Au delà de la validité du modèle et de son utilisation en prospective dans le cas des régions traitées au chapitre 3, on peut également poser la question de la capacité de M.A.T.I.S.S.E. à prévoir d'autres phénomènes, et par exemple :

- l'évolution future des localisations, de l'équipement automobile et de la mobilité dans une région de structure géographique, démographique ou économique différente de celles déjà traitées,
- les effets qui peuvent être produits par une modification de l'offre de transport ponctuelle, autre que celles qui ont été prises en compte pour reconstituer l'évolution de 1975 à 2007 et qui consistaient en des variations de prix affectant l'ensemble d'une région ou des variations de niveau de service considérées en moyenne par grand type de relation origine-destination.

Cas de l'application à une région autre que celles traitées

Il n'y a pas de raison a priori de modifier les règles déterminant le comportement de choix de chaque ménage-type en matière d'équipement automobile et de mobilité à lieux de séjour potentiels supposés connus, telles que celles-ci ont été mises au point sur la base des observations faites pour l'Ile-de-France et pour le reste de la France.

En revanche, il convient de vérifier si les lieux de séjour et les voyages potentiels associés définis pour l'application à la région capitale ou aux trois autres régions restent ou non adaptés à la région traitée. Les voyages potentiels ne peuvent bien sûr pas être seulement déterminés par l'analyse de données d'enquête qui ne révèlent que la mobilité réelle ; dans le cas de la région capitale, l'expérience de l'application du modèle nous a progressivement permis de déterminer une batterie de lieux de séjour qui conduisent aux voyages effectivement réalisés en Ile-de-France. Il est cependant possible que la configuration d'une région autre implique une distribution géographique des lieux de séjour qui soit elle aussi autre.

En outre, bien sûr, l'application du modèle doit se faire sur la base de la structure en ménages propre à la région traitée, du point de vue de la composition et du revenu.

Enfin il importe de préciser le fonctionnement du marché foncier dans la région considérée. Les règles présentées dans le corps du rapport sont – comme la fixation des lieux de séjour et des voyages potentiels associés - le fruit de l'expérience acquise lors de l'application du modèle aux quatre régions, et notamment à la région capitale. Sans remettre en cause le fondement des règles, des modalités d'application différentes peuvent être préférables pour d'autres régions.

- Il s'agit en premier lieu de la hiérarchie entre zones qui préside au choix du lieu de résidence par les ménages. Définir cette hiérarchie consiste tout d'abord à fixer la loi de distribution des ménages selon les zones de résidence privilégiées, comme cela est fait en III.2.1 pour l'application à la région capitale et aux régions du reste du pays. Cela implique ensuite de préciser les conditions de transfert des ménages vers les autres zones fines quand la capacité d'une zone fine est atteinte. Nous avons décrit en II.5.3.1 la façon de procéder dans le cas de zones concentriques, mais la même méthode peut s'appliquer à des formes de zones quelconques. Par ailleurs, selon les caractéristiques d'attrait des zones, les pourcentages de transfert par zone fine peuvent différer de ceux retenus pour l'application du chapitre 3.

- Il s'agit en second lieu de déterminer - comme cela est fait également en III.2.1 pour l'application à la région capitale et aux régions du reste du pays - la capacité en logements de chaque zone au début des opérations d'attribution des ménages aux zones fines. Il s'y ajoute la fraction du nombre des ménages attribués à la zone fine qui est soustraite de la valeur de capacité en cours au fur et à mesure des opérations, ainsi que la part de la capacité en cours qui est réservée à chaque couple de quartile de revenu et de composition du ménage.

Tout ceci peut être progressivement mis au point – comme nous l'avons fait pour l'Ile-de-France - en cherchant à reconstituer les phénomènes d'évolution de la localisation des résidences et des emplois et d'éloignement des lieux de résidence et de travail, tels que ceux-ci ont pu être observés dans la région traitée sur une période passée de plusieurs dizaines d'années.

Cas de l'application à une modification d'offre de transport ponctuelle

Dans le cas où l'on souhaite étudier une modification d'offre de transport qui ne porte pas sur l'ensemble de la région, mais concerne certaines relations origine-destination seulement (un aménagement d'infrastructure, par exemple), il n'y a toujours pas de raison de modifier les règles déterminant le comportement de choix de chaque ménage-type en matière d'équipement automobile et de mobilité à lieux de séjour potentiels supposés connus.

Mais le problème qui se pose est celui des segments de ménages pour lesquels on fait jouer les règles. En effet, même si l'on augmentait sensiblement leur nombre par rapport à ceux de l'application du chapitre 3, des segments couvrant l'ensemble des possibilités de lieux de résidence et de lieux de séjour dans la région ne donneraient probablement pas lieu à un nombre suffisant de voyages potentiels susceptibles d'emprunter les relations origine-destination touchées a priori par la modification d'offre.

En conséquence, il est préférable de sur-représenter, au sein de la population des segments, ceux dont les ménages-type résident dans une des zones origine ou destination des relations concernées. Ce faisant, on traite de façon moins représentative les trajets de voyages à plusieurs lieux de séjour de ménages résidant ailleurs, qui peuvent pourtant se faire sur les mêmes relations. Ces trajets sont vraisemblablement très minoritaires par rapport à ceux des premiers ménages et une approximation en ce qui les concerne n'est pas source de biais important.

Il convient ensuite d'examiner dans quelle mesure les lieux de séjour et les voyages potentiels associés définis à l'origine pour l'application à la région conduisent à une matrice de trafic origine-destination réel compatible avec les observations faites. Il est fort probable que, statistiquement adaptée à l'ensemble de la région, la structure des lieux de séjour le soit moins à l'échelle de certaines relations seulement et doive être revue en conséquence. A cet égard, l'algorithme de construction de l'échantillon de segments évoqué dans II.2.1.7 permet de tester autant de lois statistiques de distribution géographique des lieux de séjour que l'on souhaite, jusqu'à trouver la distribution voulue.

Reste la question de l'effet de la modification d'offre de transport sur la localisation des résidences et des activités, et notamment des emplois.

Motivée par la qualité des résultats attendus en matière de trafic, la sur-représentation de certains lieux de résidence dans l'échantillon de segments suppose que l'on déroge à la règle énoncée dans II.2.1.7 selon laquelle la distribution statistique des lieux de résidence des ménages-type doit être géographiquement uniforme au sein de chacune des zones du découpage géographique sur la base duquel fonctionne le mécanisme de répartition des ménages des classes selon les segments. La dérogation peut introduire un biais dans les résultats de la répartition.

Prenons le cas de la région capitale et de la zone banlieue proche pour laquelle seraient sur-représentés les ménages-type résidant dans le quart sud-ouest de la couronne, par exemple. A valeurs données de la variation relative de satisfaction et des autres paramètres entrant dans la fonction de répartition introduite en II.5.2, la probabilité d'une résidence localisée dans le sud-ouest de la banlieue proche sera artificiellement favorisée par rapport à celle dans un autre quart, tout simplement parce que les segments donnant lieu à la première localisation sont plus nombreux que ceux impliquant la seconde localisation.

Il importe donc de corriger le biais en introduisant, dans la fonction de répartition, un facteur qui favorise les segments sous-représentés, venant contrebalancer celui portant sur les segments sur-représentés dans l'échantillon. Cela est possible en jouant sur la valeur de la fonction $typelieutravailtudes_{H,S}(zonerésidence_{menagetype})$ en liant cette valeur non plus seulement au fait que le segment relève de tel ou tel type d'emploi et que le ménage-type réside dans telle ou telle zone (la banlieue proche dans notre exemple), mais aussi à celui que le ménage-type réside dans telle ou telle partie de la zone indépendamment d'un quelconque critère portant sur les lieux de travail éventuels. Contrairement à la modification exogène définie en II.5.3.3, celle qui vise à corriger la sur-représentation de certains lieux de résidence doit nécessairement rester invariante avec les années, sous peine de fausser la logique du modèle.

Un redressement de cette nature doit permettre à la fois de reconstituer la localisation des résidences et des activités dans le secteur géographique formé par les zones origine et destination des relations concernées pour l'horizon et le contexte socio-économique considérés en situation de non réalisation de l'aménagement de transport, et l'effet de la réalisation de cet aménagement sur la localisation des résidences et des activités à horizon et contexte inchangés.

Mais il faut rappeler sur ce dernier point que la validité des résultats dépend largement de l'importance donnée dans le modèle au rôle joué par l'accessibilité en transport par rapport à celui joué par les autres facteurs d'attrait des zones de résidence et que les travaux présentés dans ce rapport n'ont pas véritablement permis de trancher à cet égard.

Annexe : Résultats de la version de rôle de l'accessibilité fort avec modification exogène invariante

Analogues aux tableaux 58 à 60, les tableaux 58bis à 60bis présentent les résultats de mobilité à courte distance en jour ouvrable moyen pour la région capitale que permet d'obtenir le modèle dans sa version de rôle de l'accessibilité fort, avec une modification exogène de la localisation des emplois et de l'éloignement des lieux de résidence et de travail qui reste invariante, quelle que soit l'année considérée (en l'occurrence celle déjà retenue pour 1990).

A.1 Période 1975-2002

Il apparaît que les résultats avec modification invariante et avec modification variable sont proches.

Toutefois, on remarque les écarts suivants.

- L'augmentation du nombre de kilomètres parcourus respectivement en transports collectifs et en voiture particulière sont un peu moins proches des données d'observation franciliennes avec modification invariante ; et ceci pour les nombres de kilomètres parcourus par individu comme pour ceux de kilomètres par trajet.
- Il y a également, avec modification invariante, une plus grande différence vis à vis des données de l'Ile-de-France pour la croissance des nombres de kilomètres effectués par les individus résidant dans la banlieue proche et la grande banlieue.

A.2 Période 2002-2007

Vis à vis des données d'observation pour l'Ile-de-France, la modification invariante renforce l'écart déjà constaté pour la modification variable quant à la diminution de la mobilité en voiture particulière. Elle conduit en outre à une croissance de la mobilité tous modes (hors marche à pied), alors que observations et résultats avec modification variable donnent une décroissance.

**Tableau 58bis : Mobilité à courte distance selon le moyen de transport principal,
avec modification exogène invariante**
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessibilité fort	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour					
T.C.	0.67	0.74	0.72	0.78	+ 17 %
V.P.	1.51	1.58	1.74	1.72	+ 14 %
marche	1.38	1.20	1.11	1.05	- 24 %
tous modes hors marche	2.19	2.32	2.46	2.50	+ 15 %
tous modes	3.56	3.53	3.57	3.55	- 0 %
nombre de kilomètres par individu et par jour					
T.C.	6.17	7.33	6.60	7.43	+ 20 %
V.P.	8.90	11.34	14.11	14.74	+ 66 %
marche	0.82	0.73	0.67	0.65	- 20 %
tous modes hors marche	15.07	18.67	20.71	22.17	+ 47 %
tous modes	15.88	19.40	21.38	22.82	+ 44 %
distance moyenne parcourue par trajet (km)					
T.C.	9.18	9.88	9.16	9.48	+ 3 %
V.P.	5.87	7.17	8.09	8.56	+ 46 %
marche	0.59	0.60	0.60	0.62	+ 5 %
tous modes hors marche	6.89	8.03	8.40	8.85	+ 28 %
tous modes	4.46	5.50	5.99	6.43	+ 44 %

**Tableau 59bis : Mobilité à courte distance selon le motif principal du voyage,
avec modification exogène invariante**
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessi- bilité fort	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
travail	0.99	0.90	0.89	0.91	- 8 %
études	0.61	0.65	0.66	0.64	+ 6 %
autres motifs	1.97	1.97	2.02	2.00	+ 2 %
tous motifs	3.56	3.53	3.57	3.55	- 0 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
travail	8.33	10.62	11.89	13.22	+ 59 %
études	1.86	2.41	2.63	2.77	+ 49 %
autres motifs	5.70	6.37	6.85	6.83	+ 20 %
tous motifs	15.88	19.40	21.38	22.82	+ 44 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
travail	8.39	11.82	13.43	14.54	+ 73 %
études	3.07	3.68	3.98	4.30	+ 40 %
autres motifs	2.90	3.22	3.38	3.42	+ 18 %
tous motifs	4.46	5.50	5.99	6.43	+ 44 %

**Tableau 60bis : Mobilité à courte distance selon la zone de résidence du ménage,
avec modification exogène invariante**
(région capitale hors enfants de moins de 6 ans,
jour ouvrable moyen, valeurs absolues et taux d'évolution, modèle)

rôle de l'accessi- bilité fort	1975	1990	2002	2007	1975-2007
nombre de trajets par individu et par jour, T.C .					
centre	0.92	1.28	1.35	1.65	+ 79 %
banlieue proche	0.76	0.73	0.73	0.78	+ 2 %
grande banlieue	0.39	0.45	0.40	0.40	+ 2 %
toutes zones	0.67	0.74	0.72	0.78	+ 17 %
nombre de trajets par individu et par jour, V.P.					
centre	1.04	0.92	0.96	0.85	- 18 %
banlieue proche	1.40	1.45	1.61	1.60	+ 15 %
grande banlieue	1.98	2.09	2.26	2.21	+ 12 %
toutes zones	1.51	1.58	1.74	1.72	+ 14 %
nombre de trajets par individu et par jour, tous modes					
centre	3.54	3.57	3.71	3.76	+ 6 %
banlieue proche	3.19	3.13	3.26	3.30	+ 3 %
grande banlieue	4.00	3.91	3.79	3.68	- 8 %
toutes zones	3.56	3.53	3.57	3.55	- 0 %
nombre de kilomètres par individu et par jour, tous modes					
centre	11.02	13.18	13.31	14.17	+ 29 %
banlieue proche	15.40	16.19	17.39	18.26	+ 19 %
grande banlieue	19.84	26.21	29.13	30.56	+ 54 %
toutes zones	15.88	19.40	21.38	22.82	+ 44 %
distance moyenne parcourue par trajet (km), tous modes					
centre	3.11	3.69	3.59	3.77	+ 21 %
banlieue proche	4.82	5.17	5.33	5.54	+ 15 %
grande banlieue	4.95	6.71	7.68	8.31	+ 68 %
toutes zones	4.46	5.50	5.99	6.43	+ 44 %

Principales publications relatives à M.A.T.I.S.S.E.

MORELLET O. Modèle M.A.T.I.S.S.E., description détaillée de la version du 07/12/00.
Document technique Inrets, février 2001.

MORELLET O., MARCHAL P. Demande de transport de personnes : une théorie unifiée de l'urbain à l'intercontinental. *Recherche Transport Sécurité* n°71, avril-juin 2001.

MORELLET O. Les ménages et le transport dans le modèle M.A.T.I.S.S.E. : Choix de l'équipement automobile, de l'achat de la carte orange, de la mobilité urbaine et interurbaine dans une région telle que l'Ile-de-France. *Rapport Inrets* n° 255, novembre 2003.

MORELLET O. Les ménages et le transport dans le modèle M.A.T.I.S.S.E. : Analyse rétrospective et prospective de l'équipement automobile et de la mobilité dans un pays tel que la France. *Rapport Inrets* n° 273, février 2007.

